RENATI DES CARTES

SPECIMINA

PHILOSOPHIÆ:

SEU

DISSERTATIO

DE

METHODO

Rectè regendæ rationis, & veritatis in ſcientiis inveſtigandæ:

DIOPTRICE,

ET

METEORA.

Ex Gallico tranſlata, & ab Auctore perlecta, variiſque in locis emendata.

Nunc denuo hac Editione diligenter recognita, & mendis expurgata.



AMSTELODAMI,

Apud Ludovicum & Danielem Elzevirios,

Anno cIↄ Iↄc LVI.

Cum Privilegiis.

P R I V I L E G E.

Louis par la grace de Dieu Roy de France & de Navarre, a nos amez & feaux Conseillers les gens tenans nos cours de Parlement, Baillifs, Seneschaux, Prevosts, Iuges, ou leurs Lieutenans, & autres nos juges & officiers quelconque, A chascun d'eux, ainsi qu'il appartiendra, salut. L'invention des Sciences & des Arts accompagnez de leurs demonstrations, & des moyens de les mettre à execution, estant une production des Esprits qui sont plus excellens que le commun, a fait que les Princes & les Estats en ont tousjours receu les inventeurs avec toutes sortes de gratifications; afin que ces choses introduittes es lieux de leur obeissance, ils en deviennent plus florissans. Ainsi nostre bien aimé Des Cartes nous a fait remonstrer qu'il a par une longue estude rencontré & demonstré plusieurs choses utiles & belles, auparavant incognues dans les Sciences humaines, & concernant divers arts avec les moyens de les mettre en execution. Toutes lesquelles choses il offre de bailler au publiq, en luy accordant qu'il puisse faire imprimer des Traitez qu'il en a composez & composera cy apres, soit de theorie, soit de pratique, separement & conjointement en telle part que bon luy semblera dedans ou dehors nostre Royaume, & par telles personnes qu'il voudra de nos sujets & autres, avec les defences accoustumees en cas pareil. Nous requerant humblement nos lettres a ce necessaires. A ces causes desirant gratifier ledit Des Cartes, & faire cognoistre que c'est à luy que le publiq a l'obligation de ses inventions, nous avons par ces presentes accordé, permis, voulons, & nous plaist, que le dit Des Cartes puisse faire & face imprimer toutes les œuvres qu'il a composees & qu'il composera touchant les sciences humaines, en tel nombre de traitez & de volumes que ce soit, separement & conjointement, en telle part que bon luy semblera, dedans & dehors nostre obeissance, par telles personnes qu'il voudra choisir de nos sujets ou autres. Et que pendant le terme de dix années consecutives à conter pour chascun volume ou traité du jour qu'il sera parachevé d'imprimer, mesmes auparavant ce terme commencé, aucun ne puisse imprimer ou faire imprimer, en tout ny en partie, sous quelque pretexte ou deguisement que ce puisse estre, aucune des œuvres du dit Des Cartes, que ceux de nos sujets ou autres ausquels il en aura donné la permission, ny personne en vendre & debiter d'autre impression que de celle qui aura esté faite par sa permission, à peine de Mille livres d'amande, confisquation de tous les exemplaires, despens, dommages & interests, applicables moitié aux pauvres & moitié au profit du dit Des Cartes. Si vous mandons & à chascun de vous enjoignons par ces presentes, que du contenu en icelles vous faites, laissez & souffrez jouir & user plainement & paisiblement le dit Des Cartes, faisant cesser tous troubles & empeschemans contraires. Et d'autant que de ces presentes on pourroit avoir affaire en plusieurs lieux; Nous voulons qu'au Vidimus & extrait d'icelles deuement collationné par un de nos aimez & feaux Conseillers & Secretaires foy soit adjousté comme au present original. Car tel est nostre plaisir. Donné a Paris le 1111 Iour de May mil six cens trente sept, & de nostre regne le vingtiesme.

Par le Roy en son conseil

Ceberet.

Et seellé du grand seau de cire jaune sur simple queue.

INDEX
MATERIARVM CONTENTARVM in Dissertatione de Methodo recte utendi ratione, & veritatem in scientiis investigandi.

INDEX
Materiarum contentarum in Dioptrica.

CAPUT I.
De Lumine.

CAPUT II.
De refractione.

CAPUT III.

De Oculo.

CAPUT IV.

De Sensibus in genere.

CAPUT V.

De Imaginibus quæ formantur in fundo oculi.

7. Quo-

CAPUT VII.

De modis visionem perficiendi.

CAPUT VIII.

De figuris, quas pellucida corpora requirunt, ad detorquendos refractione radios, omnibus modis visioni inservientibus.

CAPUT IX.

Descriptio Specillorum.

CAPUT X.

De modo expoliendi vitra.

3. Quo-

INDEX

Materiarum contentarum in Meteoris.

CAPVT I.

De natura terrestrium corporum.

CAPVT II.

De vaporibus & exhalationibus.

CAPUT III.

De Sale.

CAPVT IV.

De Ventis.

CAPVT V.

De nubibus.

CAPUT VI.

De nive, pluvia & grandine.

CAPVT VII.

De tempestatibus, fulmine, & ignibus aliis in aëre accensis.

CAPVT VIII.

De Iride.

CAPVT IX.

De nubium colore; & de halonibus seu coronis, quæ circa sidera interdum apparent.

CAPVT X.

De Parheliis.

R. DES

R. DES CARTES LECTORI SVO
S. D.

H*Æc ſpecimina Gallice à me ſcripta, & anno* 1637 *vulgata, paullo poſt ab amico in linguam Latinam verſa fuere, ac verſio mihi tradita, ut quicquid in ea minus placeret, pro meo jure mutarem. Quod variis in locis feci: ſed forſan etiam alia multa prætermiſi; hæcque ab illis ex eo dignoſcentur, quod ubique fere fidus interpres verbum verbo reddere conatus ſit; ego vero ſententias ipſas ſæpe mutarim, & non ejus verba, ſed meum ſenſum emendare ubique ſtuduerim.* Vale.

D I S-

DISSERTATIO

De

METHODO

rectè utendi ratione,

Et veritatem in scientiis investigandi.



Nulla res æquabiliùs inter homines est distributa quàm bona mens: eâ enim unusquisque ita abundare se putat, ut ne quidem illi qui maximè inexplebiles cupiditates habent,& quibus in nulla unquam alia re Natura satisfecit, meliorem mentem quàm possideant optare consueverint. Qua in re pariter omnes falli non videtur esse credendum; sed potius vim incorruptè judicandi, & verum à falso distinguendi, (quam propriè bonam mentem seu rectam rationem appellamus) naturâ æqualem omnibus nobis innatam esse. Atque ita nostrarum opinionum diversitatem, non ex eo manare quod simus aliis alii majore rationis vi donati, sed tantùm ex eo quòd cogitationem non per easdem vias ducamus, neque ad easdem res attendamus. Quippe ingenio pollere haud sufficit, sed eodem rectè uti palmarium est. Excelliores animæ, ut majorum virtutum, ita & vitiorum capaces sunt: Et plus promovent qui rectam perpetuò viam insistentes, lentissimo tantùm gradu incedunt, quàm qui sæpe aberrantes celeriùs gradiuntur. I. *Variæ circa scientias considerationes.*

Ego sane nunquam existimavi plus esse in me ingenii quàm in quolibet è vulgo: quinimo etiam non rarò vel cogitandi celeritate, vel distinctè imaginandi facilitate, vel memoriæ capacitate atque usu, quosdam alios æquare exoptavi. Nec ullas ab his alias dotes esse novi quibus ingenium præstantius reddatur. Nam rationem quod attinet,quia per illam solam homines sumus,æqualem in omnibus esse facilè credo: neque hic discedere libet à communi sententiâ Philosophorum, qui dicunt, inter *accidentia* sola,non autem inter *formas substantiales individuorum ejusdem speciei*, plus & minus reperiri.

Sed profiteri non verebor me singulari deputare felicitati, quòd à primis annis in eas cogitandi vias inciderim, per quas non difficile fuit pervenire ad cognitionem quarundam regularum sive axiomatum, quibus constat Methodus, cujus ope gradatim augere scientiam, illamque tandem, quam pro ingenii mei tenuitate & vitæ brevitate maximam sperare liceat, acquirere posse confido. Iam enim ex eâ tales fructus percepi, ut quamvis de me ipso satis demisse sentire consueverim; & dum varias hominum curas oculo Philosophico intueor, vix ullæ unquam occurrant quæ non vanæ & inutiles videantur; non possim quin dicam, me ex progressu quem in veritatis indagatione jam fecisse arbitror, summa voluptate perfundi; talemque de iis quæ mihi quærenda restant, spem concepisse, ut si inter occupationes eorum qui meri homines sunt, quædam solidè bona & seria detur, credere ausim illam eandem esse quam elegi.

Me verò fortasse fallit opinio, nec aliud est quàm orichalcum & vitrum, quod pro auro & gemmis hîc vendito. Novi quam proclives simus in errorem cùm de nobis ipsis judicamus; & quàm suspecta etiam esse debeant amicorum testimonia, cum nobis favent. Sed in hoc libello declarare institui quales vias in quærenda veritate sequutus sim, & vitam omnem meam tanquam in tabella delineare, ut cuilibet ad reprehendendum pateat accessus, & ipse post tabulam delitescens liberas hominum voces in mei ipsius emendationem exaudiam, atque hunc adhuc discendi modum cæteris quibus uti soleo adjungam.

Ne quis igitur putet me hîc traditurum aliquam Methodum, quam unusquisque sequi debeat ad rectè regendam rationem; illam enim tantum quam ipsemet sequutus sum exponere decrevi. Qui aliis præcepta dare audent, hoc ipso ostendunt, se sibi prudentiores iis quibus ea præscribunt, videri: ideoque si vel in minima re fallantur, magna reprehensione digni sunt. Cùm autem hîc nihil aliud promittam quàm historiæ, vel, si malitis, fabulæ narrationem, qua inter nonnullas res quas non inutile erit imitari, plures aliæ fortasse erunt quæ fugiendæ videbuntur; spero illam aliquibus ita profuturam, ut nemini interim nocere possit, & omnes aliquam ingenuitati meæ gratiam sint habituri.

Ab ineunte ætate ad literarum studia animum adjeci: & quoniam à Præceptoribus audiebam, illarum ope certam & evidentem cognitionem

tionem eorum omnium quæ ad vitam utilia sunt acquiri posse; incredibili desiderio discendi flagrabam. Sed simul ac illud studiorum curriculum absolvi, quo decurso mos est in eruditorum numerum cooptari, planè aliud cœpi cogitare. Tot enim me dubiis totque erroribus implicatum esse animadverti, ut omnes discendi conatus nihil aliud mihi profuisse judicarem quàm quòd ignorantiam meam magis magisque detexissem.

Attamen tunc degebam in una ex celeberrimis totius Europæ scholis, in qua, sicubi in universo terrarum orbe, doctos viros esse debere cogitabam. Omnibus iis quibus alii ibidem imbuebantur, utcunque tinctus eram. Nec contentus scientiis quas docebamur, libros de quibuslibet aliis magis curiosis atque à vulgo remotis tractantes quotquot in manus meas inciderant evolveram. Aliorum etiam de me judicia audiebam; nec videbam me quoquam condiscipulorum inferiorem æstimari; quamvis jam ex eorum numero nonnulli ad Præceptorum loca implenda destinarentur. Ac denique hoc sæculum non minus floridum, & bonorum ingeniorum ferax quam ullum præcedentium esse arbitrabar. Quæ omnia mihi audaciam dabant de aliis ex me judicandi, & credendi nullam in mundo scientiam dari, illi parem cujus spes facta mihi erat.

Non tamen idcirco studia omnia quibus operam dederam in scholis negligebam; fatebar enim, linguarum peritiam quæ ibi acquiritur, ad veterum scripta intelligenda requiri; Artificiosas fabularum narrationes ingenium quodammodo expolire, & excitare; Casus, historiarum memorabiles animum ad magna suscipienda impellere, & ipsas cum prudentiâ lectas non parum ad formandum judicium conferre: Omnem denique bonorum librorum lectionem eodem ferè modo nobis prodesse, acsi familiari colloquio præstantissimorum totius antiquitatis ingeniorum, quorum illi monumenta sunt, uteremur;& quidem colloquio ita præmeditato,ut non nisi optimas,& selectissimas quasque ex suis cogitationibus nobis declarent;Eloquentiam vires habere permagnas, & ad ornatum vitæ multum conferre; Poësi nihil esse amœnius aut dulcius; multa in Mathematicis disciplinis haberi acutissimè inventa, quæque cùm curiosos oblectant, tum etiam in operibus quibuslibet perficiendis, & Artificum labore minuendo, plurimum juvant: multa in scriptis quæ de moribus tractant præcepta, multasque ad virtutem cohortationes utilissimas, contineri: Theologiam Cœlo potiundi rationem docere: Philoso-

phiam verisimiliter de omnibus differendi copiam dare, & non parvam sui admirationem apud simpliciores excitare; Iurisprudentiam, Medicinam & scientiarum reliquas, honores & divitias in cultores suos congerere; nec omnino ullam esse, etiam ex maximè superstitiosis & falsis, cui aliquam operam dedisse non sit utile, saltem ut possimus quid valeant judicare, & non facilè ab ullâ fallamur.

Verùm jam satis temporis linguarum studio, & lectioni librorum veterum, eorumque historiis & fabulis me impendisse arbitrabar. Idem enim fere est agere cum viris prisci ævi, quod apud exteras gentes peregrinari. Expedit aliquid nosse de moribus aliorum populorum, ut incorruptiùs de nostris judicemus, nec quidquid ab iis abludit, statim pro ridiculo atque inepto habeamus, ut solent ii qui nunquam ex natali solo discesserunt. Sed qui nimis diu peregrinantur, tandem velut hospites & extranei in patriâ fiunt; quique nimis curiosè illa quæ olim apud veteres agebantur investigant, ignari eorum quæ nunc apud nos aguntur esse solent. Præterea fabulæ plurimas res quæ fieri minimè possunt, tanquam si aliquando contigissent repræsentant, invitantque nos hoc pacto vel ad ea suscipienda quæ supra vires, vel ad ea speranda quæ supra sortem nostram sunt. Atque ipsæ etiam historiæ; quantumvis veræ, si pretium rerum non augent nec immutant; ut lectu digniores habeantur, earum saltem viliores & minùs illustres circumstantias omittunt: unde fit ut ea quæ narrant, nunquam omnino qualia sunt exhibeant, & qui suam vivendi rationem ad illarum exempla componere nimium student, proni sint in deliria antiquorum Heroum, & tantùm hyperbolica facta meditentur.

Eloquentiam valde æstimabam, & non parvo Poëseos amore incendebar: sed utramque inter naturæ dona potiùs quam inter disciplinas numerabam. Qui ratione plurimùm valent, quique ea quæ cogitant quàm facillimo ordine disponunt, ut clare & distinctè intelligantur, aptissime semper ad persuadendum dicere possunt, etiamsi barbarâ tantùm Gothorum linguâ uterentur, nec ullam unquam Rhetoricam didicissent. Et qui ad ingeniosissima figmenta excogitanda, eaque cum maximo ornatu & suavitate exprimenda sunt nati, optimi Poëtæ dicendi essent, etsi omnia Poëticæ Artis præcepta ignorarent.

Mathematicis disciplinis præcipue delectabar, ob certitudinem atque

atque evidentiam rationum quibus nituntur; sed nondum præcipuum earum usum agnoscebam: & cùm ad artes tantùm Mechanicas utiles esse mihi viderentur, mirabar fundamentis adeò firmis & solidis nihil præstantius fuisse superstructum. Vt è contrario veterum Ethnicorum moralia scripta palatiis superbis admodum & magnificis, sed arenæ tantùm aut cœno inædificatis, comparabam. Virtutes summis laudibus in cœlum tollunt; easque cæteris omnibus rebus longe anteponendas esse rectè contendunt; sed non satis explicant quidnam pro virtute sit habendum, & sæpe quod tam illustri nomine dignantur, immanitas potiùs & durities, vel superbia, vel desperatio, vel parricidium dici debet.

Theologiam nostram reverebar, nec minus quàm quivis alius beatitudinis æternæ compos fieri exoptabam. Sed cùm pro certo atque explorato accepissem, iter quod ad illam ducit doctis non magis patere quàm indoctis, veritatesque à Deo revelatas humani ingenii captum excedere, verebar ne in temeritatis crimen inciderem si illas imbecillæ rationis meæ examini subjicerem. Et quicunque iis recognoscendis atque interpretandis vacare audent, peculiari ad hoc Dei gratiâ indigere ac supra vulgarium hominum sortem positi esse debere mihi videbantur.

De Philosophia nihil dicam, nisi quod, cùm scirem illam à præstantissimis omnium sæculorum ingeniis fuisse excultam, & nihil tamen adhuc in ea reperiri, de quo non in utramque partem disputetur, hoc est, quod non sit dubium & incertum: non tantum ingenio meo confidebam, ut aliquid in eâ melius à me quàm à cæteris inveniri posse sperarem. Et cum attenderem quot diversæ de eadem re opiniones sæpe sint, quarum singulæ à viris doctis defenduntur, & ex quibus tamen nunquam plus unâ vera esse potest; quidquid ut probabile tantùm affertur, propemodum pro falso habendum esse existimabam.

Quod ad cæteras scientias, quoniam à Philosophia principia sua mutuantur, nihil illas valde solidum & firmum tam instabilibus fundamentis superstruere potuisse arbitrabar. Nec gloria nec lucrum quod promittunt satis apud me valebant, ut ad illarum cultum impellerent. Nam lucrum quod attinet, non in eo me statu esse putabam, ut à fortuna cogerer liberales disciplinas in illiberalem usum convertere. Gloriam verò etsi non plane ut Cynicus aspernari me profiterer; illam tamen non magni faciebam, quæ non nisi falso nomine,

hoc est ob ſcientiarum non verarum cognitionem, acquiri poſſe videbatur: Ac denique jam ſatis ex omnibus, etiam maxime vanis & falſis deguſtaſſe me judicabam, ut facile caverem ne me unquam vel Alchymiſtæ promiſſa, vel Aſtrologi prædictiones, vel Magi impoſturæ, vel cujuſlibet alterius ex iis qui videri volunt ea ſe ſcire quæ ignorant, inanis jactantia fallere poſſet.

Quapropter, ubi primùm mihi licuit per ætatem è præceptorum cuſtodiā exire, literarum ſtudia prorſus reliqui: Captoque conſilio nullam in poſterum quærendi ſcientiam, niſi vel quam in me ipſo, vel in vaſto mundi volumine poſſem reperire, inſequentes aliquot annos variis peregrinationibus impendi; Atque interea temporis, exercitus, urbes aulaſque exterorum Principum inviſendo, cum hominibus diverſorum morum & ordinis converſando, varia hinc inde experimenta colligendo, & me ipſum in diverſis fortunæ caſibus probando, ſic ad omnia quæ in vita occurrebant attendebam, ut nihil ex quo eruditior fieri poſſem mihi viderer omittere. Quippe multo plus veritatis inveniri arbitrabar in iis ratiocinationibus quibus ſinguli homines ad ſua negotia utuntur, & quorum malo ſucceſſu paulo pòſt puniri ſolent quum non rectè judicarunt, quàm in iis quas doctor aliquis, otioſus in Muſæo ſedens, excogitavit circa entia rationis, aut ſimilia quæ ad uſum vitæ nihil juvant, & ex quibus nihil aliud expectat, niſi forte quòd tanto plus inanis gloriæ ſit habiturus, quo illæ à veritate ac ſenſu communi erunt remotiores; quia nempe tanto plus ingenii atque induſtriæ ad eas veriſimiles reddendas debuerit impendere. Ac ſemper ſcientiam verum à falſo dignoſcendi ſummo ſtudio quærebam, ut rectum iter vitæ clarius viderem, & majori cum ſecuritate perſequerer.

Fateor tamen me vix quidquam certi didiciſſe quamdiu ſic tantùm aliorum hominum mores conſideravi: tot enim in iis propemodum diverſitates animadvertebam, quot antea in opinionibus Philoſophorum. Atque hunc tantùm fere fructum ex iis percipiebam, quòd cùm notarem, multa eſſe, quæ licet moribus noſtris plane inſolentia & ridicula videantur, communi tamen aſſenſu apud quaſdam alias gentes comprobantur, diſcebam nihil nimis obſtinatè eſſe credendum quod ſolum exemplum vel conſuetudo perſuaſerit: Et ita ſenſim multis me erroribus liberabam, mentemque veris rationibus agnoſcendis aptiorem reddebam. Sed poſtquam ſic aliquandiu quidnam in mundo ab aliis ageretur inſpexiſſem, & nonnulla

inde

inde experimenta collegissem, semel etiam mihi proposui seriò me ipsum examinare, & omni ingenii vi quidnam à me optimum fieri posset inquirere. Quod felicius, ut opinor, mihi successit, quàm si priùs nec à patria, nec à scholasticis studiis unquam recessissem.

Eram tunc in Germaniâ, quò me curiositas videndi ejus belli, II.
Præcipuæ illius Methodi quam investigavit Author, regulæ.
quod nondum hodie finitum est, invitarat; Et quum ab inauguratione Imperatoris versus castra reverterer, hyemandum fortè mihi fuit in quodam loco. Vbi quia nullos habebam cum quibus libenter colloquerer, & prospero quodam fato omnibus curis liber eram, totos dies solus in hypocausto morabar, ibique variis meditationibus placidissimè vacabam. Et inter cætera, primum ferè quod mihi venit in mentem, fuit, ut notarem, illa opera quibus diversi artifices, inter se non consentientes, manum adhibuêre, raro tam perfecta esse quàm illa quæ ab uno absoluta sunt. Ita videmus, ædificia quæ ab eodem Architecto incepta & ad summum usque perducta fuêre, ut plurimùm elegantiora esse & concinniora, quàm illa quæ diversi diversis temporibus novos parietes veteribus adjungendo construxerunt. Ita antiquæ illæ civitates, quæ, cùm initio ignobiles tantùm pagi fuissent, in magnas paulatim urbes creverunt, si conferantur cum novis illis quas totas simul metator aliquis in planicie liberè designavit, admodum indigestæ atque inordinatæ reperiuntur. Et quamvis singula earum ædificia inspicienti, sæpe plus artis atque ornatus in plerisque appareat quàm in ullis aliarum; consideranti tamen omnia simul, & quomodo magna parvis adjuncta plateas inæquales & curvas efficiant; cæco potiùs & fortuito quodam casu, quàm hominum ratione utentium voluntate, sic disposita esse videntur. Quibus si addimus, fuisse tamen semper Ædiles aliquos in istis urbibus quorum officium erat procurare ut privatorum ædes publico ornatui quantum fieri posset inservirent; perspicue intelligemus, quàm difficile sit, alienis tantùm operibus manum admovendo, aliquid facere valde perfectum. Ita etiam putare licet, illos populos, qui cùm olim valde barbari atque inculti fuissent, non nisi successu temporis urbanitatem asciverunt, nec ullas leges, nisi prout ab incommodis, quæ ex criminibus & discordiis percipiebant, fuere coacti, condiderunt, non tam bene institutâ republicâ solere uti, quàm illos qui à primo initio quo simul congregati fuere, prudentis alicujus legislatoris constitutiones observarunt. Sic certè non dubium est quin status veræ religionis, qui legi-

legibus à Deo ipso sancitis gubernatur, sit omnium optimè constitutus, & cum nullo alio comparandus. Sed ut de rebus, quæ ad homines solos pertinent, potiùs loquamur, si olim Lacedæmoniorum respublica fuit florentissima, non puto ex eo contigisse, quòd legibus uteretur quæ sigillatim spectatæ meliores essent aliarum civitatum institutis; nam contra multæ ex iis ab usu communi abhorrebant, atque etiam bonis moribus adversabantur; sed ex eo quod ab uno tantum legislatore conditæ sibi omnes consentiebant, atque in eundem scopum collimabant. Eodem modo mihi persuasi, scientias, quæ libris continentur, illas saltem quæ perspicuis demonstrationibus carentes, verisimilibus tantùm argumentis fulciuntur, quia non nisi ex variis diversorum hominum sententiis simul collectis conflatæ sunt, non tam propè ad veritatem accedere, quàm opiniones quas homo aliquis, sola ratione naturali utens, & nullo præjudicio laborans, de rebus quibuscunque obviis habere potest. Eodemque etiam modo cogitavi, quoniam infantes omnes antè fuimus quàm viri, & diu vel cupiditatum vel præceptorum consilia sumus sequuti, quæ ut plurimùm inter se pugnabant, & forte neutra quod optimum erat semper suadebant, jam fieri vix posse ut judicia nostra tam recta sint & firma, quàm si ratio in nobis æquè matura atque nunc, ab ineunte ætate exstitisset, eique soli nos regendos tradidissemus.

Verumtamen insolens foret, omnia urbis alicujus ædificia diruere, ad hoc solùm, ut iisdem postea meliori ordine & forma extructis, ejus plateæ pulchriores evaderent. At certè non insolens est, dominum unius domus illam destrui curare, ut ejus loco meliorem ædificet: Imò sæpe multi hoc facere coguntur, nempe cùm ædes habent vetustate jam fatiscentes, vel quæ infirmis fundamentis superstructæ ruinam minantur. Eodemque modo mihi persuasi, non quidem rationi esse consentaneum, ut privatus aliquis de publicis rebus reformandis cogitando, eas prius à fundamentis velit evertere ut posteà meliùs instituat. Nec quidem scientias vulgatas, ordinemve eas docendi in scholis usu receptum, sic debere immutari unquam putavi. Sed quod ad eas opiniones attinet, quas ego ipse in eum usque diem fueram amplexus, nihil melius facere me posse arbitrabar, quam si omnes simul & semel è mente mea delerem, ut deinde vel alias meliores vel certè easdem, sed postquam maturæ rationis examen subiissent, admitterem: credebamque, hoc pacto

longe

longe melius me ad vitam regendam posse informari, quam si veteris ædificii fundamenta retinerem, iisque tantum principiis inniterer, quibus olim juvenilis ætas mea nullo unquam adhibito examine an veritati congruerent, credulitatem suam addixerat. Quamvis enim in hoc varias difficultates agnoscerem, remedia tamen illæ sua habebant, & nullo modo erant comparandæ cum iis quæ in reformatione publicæ alicujus rei occurrunt. Magna corpora si semel prostrata sunt, vix magno molimine rursus eriguntur, & concussa vix retinentur, atque omnis illorum lapsus est gravis. Deinde inter publicas res si quæ forte imperfecta sunt, ut vel sola varietas quæ in iis apud varias gentes reperitur, non omnia perfecta esse satis ostendit, longo illa usu tolerabilia sensim redduntur, & multa sæpe vel emendantur vel vitantur, quibus non tam facile esset humanâ prudentiâ subvenire. Ac denique illa fere semper ab assuetis populis commodius ferri possunt quam illorum mutatio. Eodem modo quo videmus, regias vias quæ inter amfractus montium deflexæ & contortæ sunt, diuturno transeuntium attritu tam planas & commodas reddi solere, ut longe melius sit eas sequi, quam juga montium transcendendo & per præcipitia ruendo rectius iter tentare. Et idcirco leves istos atque inquietos homines maxime odi, qui cum nec à genere nec à fortuna vocati sint ad publicarum rerum administrationem, semper tamen in iis novi aliquid reformare meditantur. Et si vel minimum quid in hoc scripto esse putarem, unde quis me tali genere stultitiæ laborare posset suspicari, nullo modo pati vellem ut vulgaretur. Nunquam ulterius mea cogitatio provecta est, quam ut proprias opiniones emandare conarer, atque in fundo qui totus meus est ædificarem. Et quamvis, quia meum opus mihi ipsi satis placet, ejus exemplar hîc vobis proponam, non ideo cuiquam author esse velim, ut simile quid aggrediatur; Poterunt fortasse alii, quibus Deus præstantiora ingenia largitus est, majora perficere; sed vereor ne hoc ipsum quod suscepi tam arduum & difficile sit, ut valde paucis expediat imitari. Nam vel hoc unum, ut opiniones omnes quibus olim fuimus imbuti deponamus, non unicuique est tentandum. Et maxima pars hominum sub duobus generibus continetur, quorum neutri potest convenire. Nempe permulti sunt, qui cum plus æquo propriis ingeniis confidant, nimis celeriter solent judicare, nunquamque satis temporis sibi sumunt ad rationes omnes cir-

cumſpiciendas, & idcirco ſi ſemel auſint opiniones omnes vulgo receptas in dubium revocare, & velut à tritâ viâ recedere, non facile illi ſemitæ quæ rectius ducit ſemper inſiſtent, ſed vagi potius & incerti in reliquam vitam aberrabunt; Alii vero fere omnes cum ſatis judicii vel modeſtiæ habeant ad exiſtimandum nonnullos eſſe in mundo qui ipſos ſapientia antecedant & à quibus poſſint doceri, debent potius ab illis opiniones quas ſequuturi ſunt accipere, quam alias proprio ingenio inveſtigare.

Quod ad me, proculdubio in horum numero fuiſſem, ſi unum tantum præceptorem habuiſſem, & nunquam diverſas illas opiniones cognoviſſem, quæ ab omni memoriâ doctiſſimos quoſque colliſerunt. Sed dudum in ſcholis audiveram, nihil tam abſurde dici poſſe quod non dicatur ab aliquo Philoſophorum; Notaveramque inter peregrinandum, non omnes eos, qui opinionibus à noſtro ſenſu valde remotis ſunt imbuti, barbaros idcirco & ſtolidos eſſe putandos; ſed plæroſque ex iis vel æque bene, vel etiam melius quam nos ratione uti; conſideraveram præterea, quantum idem homo cum eadem ſua mente, ſi à primis annis inter Gallos aut Germanos vivat, diverſus evadat ab eo, qui foret, ſi ſemper inter Sinas aut Americanos educaretur; Et quantum etiam in multis rebus non magni momenti, ut circa veſtium quibus induimur, formam, illud idem quod nobis maxime placuit ante decem annos, & forte poſt decem annos rurſus placebit, nunc ridiculum atque ineptum videatur: adeò ut exemplo potius & conſuetudine quam ulla certa cognitione ducamur. Ac denique advertebam, circa ea quorum veritas non valde facile inveſtigatur, nulli rei eſſe minus credendum quam multitudini ſuffragiorum; longe enim veriſimilius eſt, unum aliquem illa invenire potuiſſe, quam multos. Et quia neminem inter cæteros eligere poteram, cujus opiniones dignæ viderentur, quas potiſſimum amplecterer, aliiſque omnibus anteferrem, fui quodammodo coactus, proprio tantum conſilio uti ad vitam meam inſtituendam.

Sed exemplum eorum qui noctu & in tenebris iter faciunt, tam lento & ſuſpenſo gradu incedere decrevi, ac tam diligenter ad omnia circumſpicere, ut ſi non multum promoverem, ſaltem me à lapſu tutum ſervarem. Nec ſtatim conari volui me iis opinionibus, quas olim nulla ſuadente ratione admiſeram, liberare; ſed, ut veterem domum inhabitantes non eam ante diruunt, quam novæ in ejus locum exſtruendæ exemplar fuerint præmeditati; ſic prius

quâ

quâ ratione certi aliquid possem invenire cogitavi: & satis multum temporis impendi in quærenda vera Methodo, quæ me duceret ad cognitionem eorum omnium quorum ingenium meum esset capax.

Studueram antea in scholis, inter Philosophiæ partes Logicæ, &, inter Mathematicas disciplinas, Analysi Geometricæ atque Algebræ; tribus artibus sive scientiis quæ nonnihil ad meum institutum facere posse videbantur. Sed illas diligentiùs examinando, animadverti, quantum ad Logicam, syllogismorum formas, aliaque ferè omnia ejus præcepta, non tam prodesse ad ea quæ ignoramus investiganda, quàm ad ea quæ jam scimus aliis exponenda; vel etiam, ut ars Lullii, ad copiosè & sine judicio de iis quæ nescimus garriendum. Et quamvis multa quidem habeat verissima & optima, tam multis tamen aliis, vel supervacuis vel etiam interdum noxiis, adjuncta esse, ut illa dignoscere & separare non minùs sæpe difficile sit, quàm Dianam aliquam aut Minervam ex rudi marmore excitare. Quantùm ad veterum Analysin atque ad Algebram recentiorum, illas tantùm ad speculationes quasdam, quæ nullius usus esse videbantur, se extendere; Ac præterea Analysin circa figurarum considerationem tam assiduè versari, ut dum ingenium acuit & exercet, imaginandi facultatem defatiget & lædat: Algebram verò, ut solet doceri, certis regulis & numerandi formulis ita esse contentam, ut videatur potiùs ars quædam confusa, cujus usu ingenium quodammodo turbatur & obscuratur, quàm scientia quâ excolatur & perspicacius reddatur. Quapropter existimavi quærendam mihi esse quandam aliam Methodum, in quâ quicquid boni est in istis tribus, ita reperiretur, ut omnibus interim earum incommodis careret. Atque ut legum multitudo sæpe vitiis excusandis accommodatior est, quàm iisdem prohibendis; adeò ut illorum populorum status sit optimè constitutus, qui tantùm paucas habent, sed quæ accuratissimè observantur: Sic pro immensa ista multitudine præceptorum, quibus Logica referta est, sequentia quatuor mihi suffectura esse arbitratus sum, modò firmiter & constanter statuerem, ne semel quidem ab illis toto vitæ meæ tempore deflectere.

Primum erat, ut nihil unquam veluti verum admitterem nisi quod certo & evidenter verum esse cognoscerem; hoc est, ut omnem præcipitantiam atque anticipationem in judicando diligentissime vitarem; nihilque amplius conclusione complecterer, quàm

quod tam clare & distincte rationi meæ pateret, ut nullo modo in dubium possem revocare.

Alterum, ut difficultates quas essem examinaturus, in tot partes dividerem, quot expediret ad illas commodiùs resolvendas.

Tertium, ut cogitationes omnes quas veritati quærendæ impenderem certo semper ordine promoverem: incipiendo scilicet à rebus simplicissimis & cognitu facillimis, ut paullatim & quasi per gradus ad difficiliorum & magis compositarum cognitionem ascenderem; in aliquem etiam ordinem illas mente disponendo, quæ se mutuò ex natura sua non præcedunt.

Ac postremum, ut tum in quærendis mediis, tum in difficultatum partibus percurrendis, tam perfecte singula enumerarem & ad omnia circumspicerem, ut nihil à me omitti essem certus.

Longæ illæ valde simplicium & facilium rationum catenæ, quarum ope Geometræ ad rerum difficillimarum demonstrationes ducuntur, ansam mihi dederant existimandi, ea omnia quæ in hominis cognitionem cadunt eodem pacto se mutuò sequi; & dummodo nihil in illis falsum pro vero admittamus, semperque ordinem quo una ex aliis deduci possunt observemus, nulla esse tam remota ad quæ tandem non perveniamus, nec tam occulta quæ non detegamus. Nec mihi difficile fuit agnoscere à quarum investigatione deberem incipere. Iam enim sciebam, res simplicissimas, & cognitu facillimas, primas omnium esse examinandas; & cùm viderem, ex omnibus qui hactenus in scientiis veritatem quæsiverunt, solos Mathematicos demonstrationes aliquas, hoc est certas & evidentes rationes, invenire potuisse, satis intelligebam, illos circa rem omnium facillimam fuisse versatos; mihique idcirco illam eandem primam esse examinandam, etiamsi non aliam inde utilitatem expectarem, quàm quod paulatim assuefacerem ingenium meum veritati agnoscendæ, falsisque rationibus non assentiri. Neque verò idcirco statim omnes istas particulares scientias, quæ vulgò Mathematicæ appellantur, addiscere conatus sum; sed quia advertebam, illas, etiamsi circa diversa objecta versarentur, in hoc tamen omnes convenire, quod nihil aliud quàm relationes sive proportiones quasdam quæ in iis reperiuntur examinent; has proportiones solas mihi esse considerandas putavi, & quidem maxime generaliter sumptas, in iisque tantùm objectis spectatas, quorum ope facilior earum cognitio redderetur; & quibus eas non ita alligarem, quin facilè

facile etiam ad alia omnia quibus convenirent, possem transferre. Ac deinde quia animadverti, ad ea quæ circa istas proportiones quæruntur agnoscenda, interdum singulas separatim esse considerandas, & interdum multas simul comprehendendas & memoriâ retinendas; existimavi, optimum fore, si tantùm illas in lineis rectis supponerem, quoties singillatim essent considerandæ; quia nempe nihil simplicius, nec quod distinctius tum phantasiæ tum sensibus ipsis posset exhiberi, occurrebat; atque si easdem characteribus sive notis quibusdam quam brevissimis fieri posset designarem, quoties tantùm essent retinendæ, pluresque simul complectendæ. Hoc enim pacto, quicquid habent boni Analysis Geometrica & Algebra, mihi videbar assumere, & unius defectum alterius ope emendando, quicquid habent incommodi, vitare.

Ac revera dicere ausim, per pauca illa præcepta, quæ selegeram accuratè observando, tantam me facilitatem acquisivisse ad difficultates omnes circa quas illæ duæ scientiæ versantur extricandas, ut intra duos aut tres menses quos illi studio impendi, non modò multas quæstiones invenerim quas antea difficillimas judicaram, sed etiam tandem eò pervenerim, ut circa illas ipsas quas ignorabam putarem me posse determinare quibus viis & quousque ab humano ingenio solvi possent. Quippe cum à simplicissimis & maximè generalibus incepissem, ordinemque deinceps observarem, singulæ veritates quas inveniebam regulæ erant, quibus postea utebar ad alias difficiliores investigandas. Et ne me forte quis putet incredibilia hîc jactare, notandum est cujusque rei unicam esse veritatem, quam quisquis clare percipit, de illa tantumdem scit quantum ullus alius scire potest. Ita postquam puer, qui primas tantum Arithmeticæ regulas in ludo didicit, illas in numeris aliquot simul colligendis rectè observavit, potest absque temeritate affirmare, se circa rem per additionem istam quæsitam, id omne invenisse quod ab humano ingenio poterat inveniri. Methodus autem illa quæ verum ordinem sequi & enumerationes accuratas facere docet, Arithmeticæ certitudine non cedit.

Atque hæc mihi Methodus in eo præcipuè placebat, quòd per illam viderer esse certus in omnibus me uti ratione, si non perfectè, saltem quàm optimè ipse possem; sentiremque ejus usu paulatim ingenii mei tenebras dissipari, & illud veritati distinctius & clarius percipiendæ assuefieri. Cumque illam nulli speciali materiæ

alligassem, sperabam me non minus feliciter eâ esse usurum in aliarum scientiarum difficultatibus resolvendis, quàm in Geometricis vel Algebraicis. Quanquam non idcirco statim omnes quæ occurrebant examinandas suscepi: nam in hoc ipso, ab ordine quem illa præscribit discivissem: sed quia videbam illarum cognitionum à principiis quibusdam, quæ ex Philosophia peti deberent, dependere, in Philosophia autem nulla hactenus satis certa principia fuisse inventa; non dubitavi quin de iis quærendis mihi ante omnia esset cogitandum. Ac præterea quia videbam illorum disquisitionem quammaximi esse momenti, nullamque aliam esse in qua præcipitantia & anticipatio opinionum diligentiùs essent cavendæ; non existimavi me priùs illam aggredi debere, quàm ad maturiorem ætatem pervenissem: tunc enim viginti tres annos tantùm natus eram. Nec priusquàm multum temporis in præparando ad id ingenio impendissem; tum erroneas opiniones quas ante admiserat evellendo, tum varia experimenta ratiocinationibus meis materiam præbitura colligendo, tum etiam magis & magis eam Methodum quam mihi præscripseram excolendo, ut in ea confirmatior evaderem.

III. *Quædam Moralis scientiæ regulæ, ex hac Methodo depromptæ.*

Ac denique ut illi qui novam domum, in locum ejus quam inhabitant, volunt extruere, non modò veterem priùs evertunt, lapides, ligna, cæmentum, aliaque ædificanti utilia sibi comparant, Architectum consulunt, vel ipsimet se in Architecturâ exercent & exemplar domus faciendæ accurate describunt; sed etiam aliam aliquam sibi parant, quam interim dum illa ædificabitur possint non incommode habitare: sic ne dubius & anxius hærerem circa ea, quæ mihi erant agenda, quamdiu ratio suaderet incertum esse circa ea de quibus debebam judicare; atque ut ab illo tempore vivere inciperem quàm felicissime fieri posset, Ethicam quamdam ad tempus mihi effinxi, quæ tribus tantùm aut quatuor regulis continebatur; quas hîc non pigebit adscribere.

Prima erat; ut legibus atque institutis patriæ obtemperarem, firmiterque illam religionem retinerem quam optimam judicabam, & in qua Dei beneficio fueram ab ineunte ætate institutus; atque me in cæteris omnibus gubernarem juxta opiniones quam maxime moderatas, atque ab omni extremitate remotas, quæ communi usu receptæ essent apud prudentissimos eorum cum quibus mihi esset vivendum. Cum enim jam inde inciperem iis omnibus quibus ante addi-

addictus fueram diffidere; utpote quas de integro examinare deliberabam, certus eram nihil melius facere me posse, quam si interea temporis prudentiorum actiones imitarer. Et quamvis fortè nonnulli sint apud Persas aut Sinas non minus prudentes quàm apud nos, utilius tamen judicabam illos sequi cum quibus mihi erat vivendum: Atque ut rectè intelligerem, quidnam illi revera optimum esse sentirent; ad ea potius quæ aiebant, quam ad ea quæ loquebantur, attendebam: non modò quia hominum mores eò usque corrupti sunt, ut perpauci quid sentiant dicere velint, sed etiam quia permulti sæpe ipsimet ignorant: est enim alia actio mentis per quam aliquid bonum vel malum esse judicamus, & alia per quam nos ita judicasse agnoscimus: atque una sæpissime absque altera reperitur. Ex pluribus autem sententiis æqualiter usu receptis moderatissimas semper eligebam; tum quia ad executionem facillimæ, atque ut plurimum optimæ sunt; omne quippe nimium vitiosum esse solet; tum etiam, ut si fortè aberrarem, minùs saltem à rectâ viâ deflecterem mediam tenendo, quàm si unam ex extremis elegissem cùm altera fuisset sequenda. Et quidem inter extremas vias, sive (ut ita loquar) inter nimietates, reponebam promissiones omnes quibus nobismet ipsis libertatem mutandæ postea voluntatis adimimus. Non quod improbarem leges quæ humanæ fragilitati atque inconstantiæ subvenientes, quoties bonum aliquod propositum habemus, permittunt ut nos ad semper in eodem perseverandum voto astringamus, vel etiam quæ ob fidem commerciorum quæcumque aliis promisimus, modo ne bonis moribus adversentur, cogunt nos præstare. Sed quia videbam, nihil esse in mundo quod semper in eodem statu permaneret, quantuinque ad me, vitam sic instituebam ut judicia mea in dies meliora, nunquam autem deteriora fore sperarem: graviter me in bonam mentem peccare putassem, si ex eo quòd tunc res quasdam ut bonas amplectebar, obligassem me ad easdem etiam postea amplectendas, cum forsan bonæ esse desiissent, vel ipse non amplius bonas judicarem.

Altera regula erat, ut quàm maxime constans & tenax propositi semper essem; nec minus indubitanter atque incunctanter in iis peragendis perseverarem, quæ ob rationes valde dubias, vel fortè nullas susceperam, quàm in iis de quibus plane eram certus. Vt in hoc viatorum consilium imitarer, qui, si forte in media aliquâ salvâ aberrarint, nec ullum iter ab aliis tritum, nec etiam versus quam

partem

partem eundum sit agnoscant, non ideò vagi & incerti modò versus unam, modò versus alteram tendere debent, & multo minùs uno in loco consistere, sed semper rectà quantum possunt versus unam & eandem partem progredi; nec ab eo postea propter leves rationes deflectere, quamvis fortè initio planè nullas habuerint, propter quas illam potiùs quàm aliam quamlibet eligerent. hoc enim pacto, quamvis forte ad ipsum locum ad quem ire destinaverant non accedent, ad aliquem tamen tandem devenient, in quo commodiùs quàm in mediâ sylvâ poterunt subsistere. Eodem modo quia multa in vita agenda sunt quæ differre plane non licet, certissimum est, quoties circa illa quid revera sit optimum agnoscere non possumus, illud debere nos sequi quod optimum videtur; vel certè si quædam talia sint, ut nulla nos vel minima ratio ad unum potius quàm contrarium faciendum impellat, alterutrum tamen debemus eligere. & postquam unam semel sententiam sic sumus amplexi, non amplius illam ut dubiam, in quantum ad praxim refertur, sed ut plane veram & certam, debemus spectare; quia nempe ratio propter quam illam elegimus vera & certa est. Atque hoc sufficiens fuit ad me liberandum omnibus istis anxietatibus & conscientiæ morsibus, quibus infirmiores animæ torqueri solent; quia multa sæpe uno tempore ut bona amplectuntur, quæ postmodum vacillante judicio mala esse sibi persuadent.

Tertia regula erat, ut semper me ipsum potius quàm Fortunam vincere studerem, & cupiditates proprias quàm ordinem mundi mutare. Atque in universum ut mihi firmiter persuaderem nihil extra proprias cogitationes absolutè esse in nostra potestate; adeo ut quidquid non evenit, postquam omne quod in nobis erat egimus ut eveniret, inter ea quæ fieri plane non possunt, & Philosophico vocabulo impossibilia appellantur; sit à nobis numerandum. Quod solum sufficere mihi videbatur, ad impediendum ne quid in posterum optarem quod non adipiscerer, atque ad me hoc pacto satis felicem reddendum. Nam cùm ea sit voluntatis nostræ natura, ut erga nullam rem unquam feratur, nisi quam illi noster intellectus ut aliquo modo possibilem repræsentat; si bona omnia quæ extra nos posita sunt tanquam æqualiter nobis impossibilia consideremus: non magis dolebimus quòd ea fortè nobis desint, quæ natalibus nostris deberi videntur, quàm quod Sinarum vel Mexicanorum reges non sumus. Et rerum necessitati voluntatem nostram accuratissime accommo-

dantes,

dantes, ut jam non tristemur quòd nostra corpora non sint tam parum corruptioni obnoxia quàm est adamas, vel quòd alis ad volandum instar avium non simus instructi: ita neque sanitatis desiderio torquebimur, si ægrotemus, nec libertatis, si carcere detineamur. Sed fateor longissima exercitatione, & meditatione sæpissime iterata opus esse, ut animum nostrum ad res omnes ita spectandas assuefacere possimus. Atque in hoc uno mihi persuadeo positam fuisse omnem artem illorum Philosophorum, qui olim fortunæ imperio se eximebant, & inter ipsos corporis cruciatus ac paupertatis incommoda de felicitate cum suis Diis contendebant. Nam cum assiduè terminos potestatis sibi à Naturâ concessæ contemplarentur, tam planè sibi persuadebant nullam rem extra se positam, sive nihil præter suas cogitationes ad se pertinere, ut nihil etiam amplius optarent, & tam absolutum in eas imperium istius meditationis usu acquirebant, hoc est cupiditatibus aliisque animi motibus regendis ita se assuefaciebant, ut non sine aliqua ratione se solos divites, solos potentes, solos liberos, & solos felices esse jactarent; quia nempe nemo hac Philosophiâ destitutus, tam faventem semper Naturam atque Fortunam habere potest, ut votorum omnium quemadmodum illi compos fiat.

Vt autem hanc Ethicam meam concluderem, diversas occupationes quibus in hac vitâ homines vacant, aliquandiu expendi, atque ex iis optimam eligere conatus sum: Sed non opus est ut quid de aliis mihi visum sit hîc referam, dicam tantùm, nihil me invenisse, quod pro me ipso melius videretur, quam si in eodem instituto in quo tunc eram perseverarem; hoc est, quam si totum vitæ tempus in ratione mea excolenda, atque in veritate juxta Methodum quam mihi præscripseram investiganda consumerem. Tales quippe fructus hujus Methodi jam degustaram, ut nec suaviores ullos nec magis innocuos in hac vitâ decerpi posse arbitrarer; Cumque illius ope quotidie aliquid detegerem, quod & vulgo ignotum & alicujus momenti esse existimabam, tanta delectatione animus meus implebatur, ut nullis aliis rebus affici posset. Ac præterea tres regulæ mox expositæ satis rectæ mihi visæ non fuissent, nisi in veritate per hanc Methodum investiganda perseverare decrevissem. Nam cùm Deus unicuique nostrum, aliquod rationis lumen largitus sit ad verum à falso distinguendum, non putassem, me, vel per unam diem, totum alienis opinionibus regendum tradere debere,

nisi statuissem easdem proprio ingenio examinare, statim atque me ad hoc rectè faciendum satis parassem. Nec quamdiu illas sequebar, absque errandi metu fuissem, nisi sperassem, me nullam interim occasionem, meliores si quæ essent inveniendi, prætermissurum. Nec denique cupiditatibus imperare, ac rebus quæ in potestate mea sunt contentus esse potuissem, nisi viam illam fuissem sequutus, per quam confidebam me ad omnem rerum cognitionem perventurum cujus essem capax, simulque ad omnium verorum bonorum possessionem ad quam mihi liceret aspirare. Quippe cùm voluntas nostra non determinetur ad aliquid vel persequendum vel fugiendum, nisi quatenus ei ab intellectu exhibetur tanquam bonum vel malum, sufficiet, si semper recte judicemus, ut recte faciamus, atque si quam optime possumus judicemus, ut etiam quam optime possumus faciamus; hoc est, ut nobis virtutes omnes simulque alia omnia bona quæ ad nos possunt pervenire, comparemus; quisquis autem se illa sibi comparasse confidit, non potest non esse suis contentus ac beatus.

Postquam verò me his regulis instruxissem, illasque simul cum rebus fidei, quæ semper apud me potissimæ fuerunt, reservassem, quantum ad reliqua quibus olim fueram imbutus, non dubitavi quin mihi liceret omnia ex animo meo delere. quod quia mihi videbar commodius præstare posse inter homines conversando, quàm in illa solitudine in qua eram diutius commorando, vix dum hyems erat exacta cùm me rursus ad peregrinandum accinxi: nec per insequentes novem annos aliud egi, quàm ut hac illac orbem terrarum perambulando, spectatorem potius quàm actorem comœdiarum, quæ in eo quotidie exhibentur, me præberem. Cumque præcipue circa res singulas observarem quidnam posset in dubium revocari, & quidnam nobis occasionem male judicandi præberet, omnes paulatim opiniones erroneas quibus mens mea obsessa erat avellebam. Nec tamen in eo Scepticos imitabar, qui dubitant tantùm ut dubitent, & præter incertitudinem ipsam nihil quærunt. Nam contra totus in eo eram ut aliquid certi reperirem. Et quemadmodum fieri solet, cum in arenoso solo ædificatur, tam alte fodere cupiebam ut tandem ad saxum vel ad argillam pervenirem: Atque hoc satis feliciter mihi succedere videbatur. Nam cum ad falsitatem vel incertitudinem propositionum quas examinabam detegendam, non vagis tantùm & debilibus conjecturis, sed firmis & evidentibus argumentis uti

uti conarer, nulla tam dubia occurrebat quin ex ea semper aliquid certi colligerem; nempe vel hoc ipsum, nihil in ea esse certi. Et sicut veterem domum diruentes multam ex ea materiam servant, novæ extruendæ idoneam; ita malefundatas opiniones meas dejiciendo, varias res observabam, & multa experimenta colligebam, quæ postea certioribus stabiliendis usui mihi fuere. Ac præterea pergebam semper in ea quam mihi præscripseram Methodo exercenda; nec tantummodo generaliter omnes meas cogitationes juxta ejus præcepta regere studebam, sed etiam nonnullas interdum horas mihi assumebam, quibus illa expressius in quæstionibus Mathematicis resolvendis utebar; vel etiam in quæstionibus ad alias quidem scientias pertinentibus, sed quas ab earum non satis firmis fundamentis sic abducebam, ut propemodum Mathematicæ dici possent; quod satis apparebit me fecisse in multis quæ in hoc volumine continentur. Ita non aliter in speciem me gerendo, quam illi qui vitæ suaviter & innoxie traducendæ studentes, omnique alio munere soluti, voluptates à vitiis secernunt, & nullâ honestâ delectatione sibi interdicunt, ut otium sine tædio ferre possint; propositum interim meum semper urgebam, magisque ut existimo in veritatis cognitione promovebam, quam si in libris evolvendis, vel litteratorum sermonibus audiendis omne tempus consumpsissem.

Verumtamen isti novem anni effluxerunt, antequam de ullâ ex iis quæstionibus quæ apud eruditos in controversiam adduci solent, determinate judicare, atque aliqua in Philosophia principia vulgaribus certiora quærere ausus fuissem. Tantam enim in hoc difficultatem esse, docebant exempla permultorum summi ingenii virorum, qui sine successu hactenus idem suscepisse videbantur: ut fortasse diutius adhuc fuissem cunctatus, nisi audivissem à quibusdam, jam vulgo credi, me hoc ipsum quod nondum aggressus fueram, perfecisse. Nescio quidnam illis dedisset occasionem istud sibi persuadendi; nec certe ullam ex meis sermonibus capere potuerant, nisi forte quia videbant me liberius ignorantiam meam profiteri, quam soleant alii ex iis qui docti haberi volunt; vel etiam quia interdum rationes exponebam, propter quas de multis dubitabam, quæ ab aliis ut certa admittuntur; non autem quod me unquam audivissent de ullâ circa res Philosophicas scientiâ gloriantem: Sed cum talis animus in me esset, ut pro alio quam revera eram haberi nollem, putavi

mihi viribus omnibus esse contendendum, ut eâ laude dignus evaderem quæ jam mihi à multis tribuebatur. Qua re impulsus ante octo annos, ut omnibus me avocationibus quæ inter notos & familiares degentibus occurrunt liberarem, secessi in hasce regiones, in quibus diuturni belli necessitas invexit militarem disciplinam tam bonam, ut magni in ea exercitus non ob aliam causam ali videantur, quam ut omnibus pacis commodis securius incolæ frui possint; Et ubi in magnâ negotiorum hominum turbâ, magis ad res proprias attendentium quam in alienis curiosorum, nec earum rerum usu carui quæ in florentissimis & populosissimis urbibus tantùm habentur, nec interim minus solus vixi & quietus, quam si fuissem in locis maxime desertis & incultis.

IV. *Rationes quibus existentia Dei & animæ humanæ probatur, quæ sunt Metaphysicæ fundamenta.*

Non libenter hic refero primas cogitationes, quibus animum applicui postquam huc veni. tam Metaphysicæ enim sunt & à communi usu remotæ, ut verear ne multis non sint placituræ. sed ut possit intelligi an satis firma sint Philosophiæ meæ fundamenta, videor aliquo modo coactus de illis loqui. Dudum observaveram, permultas esse opiniones, quas, etsi valde dubiæ sint & incertæ, non minus constanter & intrepide sequi debemus, quatenus ad usum vitæ referuntur, quam si certæ essent & exploratæ; ut jam ante dictum est. Sed quia tunc veritati quærendæ, non autem rebus agendis, totum me tradere volebam, putavi mihi planè contrarium esse faciendum, & illa omnia in quibus vel minimam dubitandi rationem possem reperire, tanquam aperte falsa esse rejicienda; ut experirer an illis ita rejectis, nihil præterea superesset de quo dubitare plane non possem. Sic quia nonnunquam sensus nostri nos fallunt, quidquid unquam ab illis hauseram inter falsa numeravi; Et quia videram aliquando nonnullos etiam circa res Geometriæ facillimas errare, ac paralogismos admittere, sciebamque idem mihi posse accidere quod cuiquam alii potest, illas etiam rationes omnes, quas antea pro demonstrationibus habueram, tanquam falsas rejeci. Et denique quia notabam, nullam rem unquam nobis veram videri dum vigilamus, quin eadem etiam dormientibus possit occurrere, cùm tamen tunc semper aut fere semper sit falsa; supposui, nulla eorum quæ unquam vigilans cogitavi, veriora esse quam sint ludibria somniorum. Sed statim postea animadverti, me, quia cætera omnia ut falsa sic rejiciebam, dubitare plane non posse quin ego ipse interim essem. Et quia videbam veritatem hujus pronuntiati; Ego cogito, ergo sum

sive

sive existo; adeo certam esse atque evidentem, ut nulla tam enormis dubitandi causa à Scepticis fingi possit, à qua illa non eximatur; credidi, me tuto illam posse, ut primum ejus, quam quærebam, Philosophiæ fundamentum, admittere.

Deinde attente examinans quis essem, & videns, fingere quidem me posse corpus meum nihil esse, itemque nullum planè esse mundum, nec etiam locum in quo essem; sed non ideò ulla ratione fingere posse me non esse; quinimo ex hoc ipso quod reliqua falsa esse fingerem, sive quidlibet aliud cogitarem, manifeste sequi me esse: Et contra, si vel per momentum temporis cogitare desinerem, quamvis interim & meum corpus, & mundus, & cætera omnia quæ unquam imaginatus sum, revera existerent, nullam ideo esse rationem cur credam me durante illo tempore debere existere. Inde intellexi, me esse rem quandam sive substantiam, cujus tota natura sive essentia in eo tantùm consistit ut cogitem, quæque ut exsistat, nec loco ullo indiget, nec ab ulla re materiali sive corporea dependet. Adeo ut Ego, hoc est, mens per quam solam sum is qui sum, sit res à corpore plane distincta, atque etiam cognitu facilior quàm corpus, & quæ plane eadem, quæ nunc est, esse posset, quamvis illud non exsisteret.

Post hæc inquisivi, quidnam in genere requiratur ut aliqua enuntiatio tanquam vera & certa cognoscatur: cum enim jam unam invenissem, quam talem esse cognoscebam, putavi me posse etiam inde percipere in qua re ista certitudo consistat. Et quia notabam, nihil plane contineri in his verbis, Ego cogito, ergo sum, quod me certum redderet eorum veritatis, nisi quod manifestissime viderem fieri non posse ut quis cogitet nisi exsistat, credidi, me pro regula generali sumere posse omne id quod valde dilucide & distincte concipiebam verum esse; Et tantummodo difficultatem esse nonnullam, ad recte advertendum quidnam sit quod distincte percipimus.

Qua re posita, observavi me de multis dubitare, ac proinde naturam meam non esse omnino perfectam; evidentissime enim intelligebam dubitationem non esse argumentum tantæ perfectionis quam cognitionem. Et cum ulterius inquirerem, à quonam haberem ut de natura perfectiore quam mea sit cogitarem, clarissime etiam intellexi, me hoc habere non posse, nisi ab eo cujus Natura esset revera perfectior. Quantum attinet ad cogitationes, quæ de

variis aliis rebus extra me positis occurrebant, ut de cœlo, de terra, de lumine, de calore, aliisque rebus innumeris, non eadem ratione quærendum esse putabam, à quonam illas haberem. Cum enim nihil in illis reperirem quod supra me positum esse videretur, facile poteram credere, illas, si quidem veræ essent, ab ipsamet Naturâ meâ quatenus aliquid perfectionis in se habet, dependere; si verò falsæ, ex nihilo procedere; hoc est, non aliam ob causam in me esse quàm quia deerat aliquid Naturæ meæ, nec erat planè perfecta. Sed non idem judicare poteram de Cogitatione, sive Idea Naturæ, quæ perfectior erat quàm mea. Nam fieri plane non poterat ut illam à nihilo accepissem. Et quia non magis potest id quod perfectius est, à minus perfecto procedere, quàm ex nihilo aliquid fieri, non poteram etiam à me ipso illam habere; Ac proinde supererat ut in me posita esset à re, cujus natura esset perfectior; imò etiam quæ omnes in se contineret perfectiones, quarum Ideam aliquam in me haberem; hoc est, ut verbo absolvam, quæ Deus esset. Addebam etiam, quandoquidem agnoscebam aliquas perfectiones quarum expers eram, necessarium esse ut existeret præter me aliquod aliud ens, (liceat hîc, si placet uti vocibus in scholâ tritis) ens, inquam, me perfectius, à quo penderem, & à quo quidquid in me erat accepissem. Nam si solus & ab omni alio independens fuissem, adeò ut totum id, quantulumcunque sit, perfectionis cujus particeps eram à me ipso habuissem, reliqua etiam omnia quæ mihi deesse sentiebam, per me acquirere potuissem, atque ita ipsemet esse infinitus, æternus, immutabilis, omniscius, omnipotens, ac denique omnes perfectiones possidere quas in Deo esse intelligebam.

Nota: hoc in loco, & ubique in sequentibus, nomen Ideæ generaliter sumi pro omni re cogitatâ, quatenus habet tantùm esse quoddam objectivum in intellectu.

Etenim ut Naturam Dei, (ejus nempe quem rationes modo allatæ probant existere) quantum à me naturaliter agnosci potest, agnoscerem, non aliud agendum mihi erat quàm ut considerarem circa res omnes, quarum Ideas aliquas apud me inveniebam, essetne perfectio, illas possidere; certusque eram, nullas ex iis quæ imperfectionem aliquam denotabant, in illo esse, ac nullas ex reliquis illi deesse. Sic videbam, nec dubitationem, nec inconstantiam, nec tristitiam, nec similia in Deum cadere: nam egomet ipse illis libenter caruissem. Præterea multarum rerum sensibilium & corporearum Ideas habebam. Quamvis enim me fingerem somniare, & quidquid vel videbam vel imaginabar, falsum esse, negare tamen non poteram,

teram, Ideas illas in mente mea revera exsistere. Sed quia jam in me ipso perspicuè cognoveram, naturam intelligentem à corporeâ esse distinctam, in omni autem compositione unam partem ab altera, totumque à partibus pendere advertebam, atque illud quod ab aliquo pendet perfectum non esse; idcirco judicabam, in Deo perfectionem esse non posse, quod ex istis duabus naturis esset compositus, ac proinde ex illis compositum non esse. Sed si quæ res corporeæ in mundo essent, vel si aliquæ res intelligentes, aut cujuslibet alterius naturæ, quæ non essent omnino perfectæ, illarum exsistentiam à Dei potentia necessario ita pendere, ut ne per minimum quidem temporis momentum absque eo esse possent.

Cum deinde ad alias veritates quærendas me accingerem, considerarernque in primis illam rem circa quam Geometria versatur, quam nempe concipiebam ut corpus continuum, sive ut spatium indefinite longum, latum, & profundum, divisibile in partes tum magnitudine, tum figura omnimode diversas, & quæ moveri sive transponi possint omnibus modis, (hæc enim omnia Geometræ in eo quod examinant esse supponunt) aliquas ex simplicissimis eorum demonstrationibus in memoriam mihi revocavi. Et primò quidem notavi, magnam illam certitudinem quæ iis omnium consensu tribuitur, ex eo tantùm procedere quod valde clarè & distinctè intelligantur, juxta regulam paulò ante traditam; Deinde etiam notavi, nihil planè in iis esse, quod nos certos reddat illam rem circa quam versantur existere: Nam quamvis satis viderem, si, exempli causâ, supponamus, dari aliquod triangulum, ejus tres angulos necessariò fore æquales duobus rectis; nihil tamen videbam quod me certum redderet, aliquod triangulum in mundo esse. At contrà, cum reverterer ad Ideam entis perfecti quæ in me erat; statim intellexi, existentiam in ea contineri, eadem ratione quâ in Idea trianguli æqualitas trium ejus angulorum cum duobus rectis continetur; vel, ut in idea circuli, æqualis à centro distantia omnium ejus circumferentiæ partium; vel etiam adhuc evidentius, ac, proinde ad minimum æquè certum esse, Deum, qui est illud ens perfectum, existere, quàm ulla Geometrica demonstratio esse potest.

Sed tota ratio propter quam multi sibi persuadent, tum Dei existentiam, tum animæ humanæ naturam, esse res cognitu valdè difficiles, ex eo est quòd nunquam animum à sensibus abducant, & supra res corporeas attollant; sintque tam assueti nihil nunquam considerare

ſiderare quod non imaginentur, hoc eſt cujus aliquam imaginem tanquam rei corporeæ in phantaſia ſua non fingant, ut illud omne de quo nulla talis imago fingi poteſt, intelligi etiam non poſſe illis videatur. Atque hoc ex eo ſatis patet, quod vulgò Philoſophi in ſcholis pro axiomate poſuerint, nihil eſſe in intellectu quod non priùs fuerit in ſenſu: in quo tamen certiſſimum eſt Ideas Dei & animæ rationalis nunquam fuiſſe: mihique idem facere illi videntur qui ſuâ imaginandi facultate ad illas uti volunt, acſi ad ſonos audiendos vel odores percipiendos oculis ſuis uti conarentur; niſi quod in eo etiam differentia ſit, quod ſenſus oculorum in nobis non minus certus ſit quam odoratus vel auditus; cum è contra, nec imaginandi facultas, nec ſentiendi, ullius unquam rei nos certos reddere poſſint, niſi intellectu ſive ratione cooperante.

Quodſi denique adhuc aliqui ſint quibus rationes jam dictæ nondum ſatis perſuaſerint, Deum eſſe, ipſorumque animas abſque corpore ſpectatas eſſe res revera exiſtentes, velim ſciant, alia omnia pronunciata, de quibus nullo modo ſolent dubitare, ut quod ipſimet habeant corpora; quod in mundo ſint ſidera, terra, & ſimilia, multo magis eſſe incerta. Quamvis enim iſtorum omnium ſit certitudo, ut loquuntur Philoſophi, moralis, quæ tanta eſt, ut nemo niſi deliret, de iis dubitari poſſe videatur; nemo tamen etiam, niſi ſit rationis expers, poteſt negare quoties de certitudine Metaphyſica quæſtio eſt quin ſatis ſit cauſæ ad dubitandum de illis, quod advertamus, fieri poſſe ut inter dormiendum eodem plane modo credamus nos alia habere corpora, & alia ſidera videre, & aliam terram, &c. quæ tamen omnia falſa ſint. Vnde enim ſcitur eas cogitationes quæ occurrunt dormientibus potiùs falſas eſſe, quam illas quas habemus vigilantes, cum ſæpe non minus vividæ atque expreſſæ videantur. Inquirant præſtantiſſima quæque ingenia quantum libet, non puto illos rationem aliquam poſſe invenire, quæ huic dubitandi cauſæ tollendæ ſufficiat, niſi exſiſtentiam Dei ſupponant. Etenim hoc ipſum quod paulo ante pro regula aſſumpſi, nempe illa omnia, quæ clare & diſtincte concipimus, vera eſſe, non aliam ob cauſam ſunt certa quam quia Deus exſiſtit, eſtque Deus ens ſummum & perfectum, adeo ut quidquid entis in nobis eſt, ab eo neceſſario procedat; Vnde ſequitur, Ideas noſtras ſive notiones, cùm in omni eo in quo ſunt claræ & diſtinctæ, entia quædam ſint atque à Deo procedant, non poſſe in eo non eſſe veras. Ac proinde quod multas ſæpe habeamus,

mus, in quibus aliquid falsitatis continetur, non aliunde contingit quam quia etiam in iisdem aliquid est obscurum & confusum; atque in hoc non ab ente summo sed à nihilo procedunt; hoc est, obscuræ sunt & confusæ, quia nobis aliquid deest, sive quia non omnino perfecti sumus. Manifestum autem est, non magis fieri posse, ut falsitas sive imperfectio à Deo sit, quatenus imperfectio est, quàm ut veritas sive perfectio à nihilo. Sed si nesciremus quicquid entis & veri in nobis est, totum illud ab ente summo & infinito procedere, quamtumvis claræ & distinctæ essent Ideæ nostræ, nulla nos ratio certos redderet illas idcirco esse veras.

At postquam Dei & mentis nostræ cognitio nobis hanc regulam plane probavit, facile intelligimus, ob errores somniorum, cogitationes quas vigilantes habemus in dubium vocari non debere: Nam, si quis etiam dormiendo ideam aliquam valde distinctam haberet, ut exempli causa, si quis Geometra novam aliquam demonstrationem inveniret, ejus profecto somnus non impediret quo minus illa vera esset. Quantum autem ad errorem somniis nostris maxime familiarem, illum nempe qui in eo consistit, quod varia nobis objecta repræsentet eodem plane modo quo ipsa nobis à sensibus externis inter vigilandum exhibentur, non in eo nobis oberit quod occasionem det, ejusmodi ideis quas à sensibus vel accepimus vel putamus accipere, parum credendi; possunt enim illæ etiam dum vigilamus non raro nos fallere, ut cum ii qui morbo regio laborant omnia colore flavo infecta cernunt, aut cùm nobis astra, vel alia corpora valde remota, multò minora quàm sint apparent. Omnino enim, sive vigilemus sive dormiamus, solam evidentiam rationis judicia nostra sequi debent. Notandumque est hìc, me loqui de evidentia nostræ rationis, non autem imaginationis, nec sensuum. Ita exempli causâ, quamvis Solem clarissimè videamus, non ideò debemus judicare illum esse ejus tantum magnitudinis quam oculi nobis exhibent; & quamvis distinctè imaginari possimus, caput leonis capræ corpori adjunctum, non inde concludendum est chimæram in mundo existere. Ratio enim nobis non dictat ea quæ sic vel videmus vel imaginamur, idcirco revera existere. Sed planè nobis dictat, omnes nostras Ideas sive notiones aliquid in se veritatis continere; alioqui enim fieri non posset ut Deus qui summè perfectus & verax est, illas in nobis posuisset. Et quia nostræ ratiocinationes sive judicia nunquam tam clara & distincta

d sunt

sunt dum dormimus quàm dum vigilamus, etiamsi nonnunquam imaginationes nostræ magis vividæ & expressæ sint, ratio etiam nobis dictat, cùm omnes nostræ cogitationes veræ esse non possint, quia non sumus omnino perfecti, verissimas ex iis illas esse potiùs quas habemus vigilantes, quàm quæ dormientibus occurrunt.

V. *Quæstionum Physicarum ab Authore investigatarum ordo; ac in specie motus cordis, & quarundam aliarum ad Medicinam spectantium perplexarum opinionum enodatio; tum quæ sit inter nostram & brutorum animam differentia.*

Libentissimè hîc pergerem, & totam catenam veritatum quas ex his primis deduxi exhiberem; Sed quoniam ad hanc rem opus nunc esset, ut de variis quæstionibus agerem inter doctos controversis, cum quibus contentionis funem trahere nolo, satius fore credo ut ab iis abstineam, & solùm in genere quænam sint dicam, quo sapientiores judicare possint, utrum expediat rempublicam literariam de iis specialius edoceri. Perstiti semper in proposito nullum aliud principium supponendi, præter illud quo modo usus sum ad existentiam Dei & animæ demonstrandum, nullamque rem pro vera accipiendi, nisi mihi clarior & certior videretur, quam antea Geometrarum demonstrationes fuerant visæ. Nihilominus ausim dicere, me non solum reperisse viam, qua brevi tempore mihi satis facerem in omnibus præcipuis quæstionibus quæ in Philosophia tractari solent; sed etiam quasdam leges observasse, ita à Deo in natura constitutas, & quarum ejusmodi in animis nostris notiones impressit, ut postquam ad eas satis attendimus, dubitare nequeamus, quin in omnibus quæ sunt aut fiunt in mundo, accurate observentur. Deinde legum istarum seriem perpendens, animadvertisse mihi videor multas majorisque momenti veritates, quàm sint ea omnia quæ antea didiceram, aut etiam discere posse speraveram.

Sed quia præcipuas earum peculiari tractatu explicare sum conatus, quem ne in lucem edam, rationes aliquæ prohibent, non possum quænam illæ sint commodiùs patefacere, quam si tractatus illius summam hîc paucis enarrem. Propositum mihi fuit in illo complecti omnia, quæ de rerum materialium natura scire putabam antequam me ad eum scribendum accingerem. Sed quemadmodum pictores, cùm non possint omnes corporis solidi facies in tabula plana æqualiter spectandas exhibere, unam è præcipuis deligunt, quam solam luci obvertunt, cæteras vero opacant, & eatenus tantum videri sinunt, quatenus præcipuam illam intuendo id fieri potest: Ita veritus ne dissertatione mea, omnia quæ animo volvebam comprehendere non possem, statui solum in ea copiosè exponere quæ de lucis natura concipiebam; deinde ejus occasione aliquid de Sole &

stellis

stellis fixis adjicere, quod ab iis tota fere promanet; item de cœlis, quod eam transmittant: de Planetis, de Cometis & de Terra, quod eam reflectant; & in specie de omnibus corporibus quæ in terra occurrunt, quod sint aut colorata, aut pellucida, aut luminosa; tandemque de homine, quod eorum sit spectator. Quinetiam ut aliquas his omnibus umbras injicerem, & liberiùs, quid de iis sentirem, dicere possem, nec tamen receptas inter doctos opiniones aut sequi aut refutare tenerer; totum hunc Mundum disputationibus ipsorum relinquere decrevi, & tantum de iis quæ in Novo contingerent tractare, si Deus nunc alicubi in spatiis imaginariis sufficientem ad eum componendum materiæ copiam crearet, varieque & sine ordine diversas hujus materiæ partes agitaret, ita ut ex ea æquè confusum Chaos atque Poëtæ fingere valeant componeret; deinde nihil aliud ageret quàm ordinarium suum concursum naturæ commodare, ipsamque secundùm leges à se constitutas agere fineret. Ita primùm hanc materiam descripsi, & eo modo eam depingere conatus sum, ut nihil, meâ quidem sententiâ, clarius aut intelligibilius sit in mundo; exceptis iis quæ modò de Deo & de Anima dicta sunt. Nam etiam expresse supposui, nullas in ea ejusmodi formas aut qualitates esse, quales sunt eæ de quibus in Scholis disputatur, nec quidquam in genere cujus cognitio non adeò mentibus nostris sit naturalis, ut nullus ipsam à se ignorari fingere possit. Præterea quænam essent naturæ leges ostendi, nulloque alio assumpto principio quo rationes meas stabilirem, præter infinitam Dei perfectionem, illas omnes demonstrare studui, de quibus dubitatio aliqua oboriri posset; probareque eas tales esse, ut etiamsi Deus plures mundos creasset, nullus tamen esse posset in quo non accuratè observarentur. Postea ostendi quomodo maxima pars materiæ istius, Chaos, secundùm has leges, ita se dispositura & collocatura esset, ut nostris Cœlis similis evaderet. Quomodo interea aliquæ illius partes Terram composituræ essent, quædam Planetas & Cometas, & quædam aliæ Solem & stellas fixas. Et hoc loco in tractationem de Luce digressus, prolixe exposui quænam ea esse deberet quæ solem & stellas componeret, & quomodo inde temporis momento immensa cælorum spatia trajiceret, & à Planetis Cometisque ad terram reflecteret. Ibidem etiam multa de substantia, situ, motibus & omnibus diversis istorum cœlorum, astrorumque qualitatibus inserui; adeò ut me satis multa dicere puta-

 rem,

rem, ad ostendendum, nihil in hujus Mundi cœlis, astrisque observari, quod non deberet aut saltem non posset similiter in mundo quem describebam apparere. Inde ad tractandum de Terra progressus sum, ostendique, quomodo, etiamsi, prout expresse supposueram, Deus nullam gravitatem materiæ e qua composita erat indidisset, attamen omnes ejus partes accurate ad centrum tenderent; Item quomodo, cùm ipsius superficies aquis & aëre operiretur, Cœlorum & Astrorum, sed præcipue Lunæ dispositio, in ea fluxum & refluxum efficere deberet, omnibus suis circumstantiis illi qui in maribus nostris observatur similem; nec non quendam aquarum & aëris ab ortu ad occasum motum, qualis inter Tropicos animadvertitur; quomodo montes, maria, fontes & fluvii in ea naturaliter produci possent, & metalla in fodinis enasci, plantæque in agris crescere, & in genere omnia corpora, quæ vulgò mixta aut composita vocant, in ea generari. Et inter cætera, quia nihil aliud in mundo post Astra, præter Ignem esse agnosco quod lumen producat, studui omnia quæ ad ignis naturam pertinent perspicuè declarare, quomodo fiat, quomodo alatur, & cur in eo aliquando solus calor sine lumine, aliquando verò solum lumen sine calore deprehendatur; quomodo varios colores in diversa corpora inducere possit, diversasque alias qualitates; quomodo quædam liquefaciat, quædam vero induret; quomodoque omnia propemodum consumere, aut in cineres & fumum convertere possit; & denique quomodo ex his cineribus sola actionis suæ vi vitrum efficere. Cum enim ista cinerum in vitrum transmutatio non minus admiranda quam quævis alia quæ in natura contingat, volui me aliquantum in ejus particulari descriptione oblectare.

Nolebam tamen ex his omnibus inferre, Mundum hunc eo quo proponebam modo fuisse creatum. Multo enim verisimilius est Deum ipsum ab initio talem qualis futurus erat fecisse. Verumtamen certum est & vulgo inter Theologos receptum, eandem esse actionem quâ ipsum nunc conservat, cum eâ quâ olim creavit; ita ut, etiamsi nullam ei aliam quam Chaos formam ab initio dedisset, dummodo post naturæ leges constitutas, ipsi concursum suum ad agendum ut solet commodaret, sine ulla in creationis miraculum injuria credi possit, eo solo res omnes pure materiales, cum tempore quales nunc esse videmus effici potuisse. Natura autem ipsarum multo facilius capi potest, cum ita paulatim orientes conspiciun-

ſpiciuntur, quam cum tantùm ut abſolutæ & perfectæ conſiderantur.

A deſcriptione corporum inanimatorum & plantarum tranſivi ad animalia, & ſpeciatim ad hominem. Sed quia nondum tantam iſtorum adeptus eram cognitionem, ut de iis eadem qua de cæteris methodo tractare poſſem, hoc eſt, demonſtrando effectus per cauſas, & oſtendendo ex quibus ſeminibus, quove modo natura ea producere debeat, contentus fui ſupponere, Deum formare corpus hominis uni è noſtris omnino ſimile, tam in externa membrorum figura, quam in interna organorum conformatione, ex eadem cum illa quam deſcripſeram materia, nullamque ei ab initio indere animam rationalem, nec quidquam aliud quod loco animæ vegetantis aut ſentientis eſſet; ſed tantum in ipſius corde aliquem ſine lumine ignem, qualem antea deſcripſeram, excitare; quem non putabam diverſum eſſe ab eo qui fœnum congeſtum antequam ſiccum ſit calefacit; aut qui vina recentia ab acinis nondum ſeparata fervere facit. Nam functiones quæ conſequenter in hoc humano corpore eſſe poterant expendens; inveniebam perfecte omnes quæ nobis non cogitantibus ineſſe poſſunt; ac proinde abſque cooperatione animæ, hoc eſt illius noſtri partis à corpore diſtinctæ, cujus ante dictum eſt naturam in cogitatione tantum ſitam eſſe; eaſdemque in quibus poteſt dici animalia ratione deſtituta nobiſcum convenire; ita tamen ut nullam earum animadverterem, quæ cum à mente pendeant, ſolæ noſtræ ſunt quatenus homines ſumus; quas nihilominus omnes ibi poſtea reperiebam, cum Deum animam rationalem creaſſe, eamque iſti corpori certo quodam quem deſcribebam modo conjunxiſſe, ſuppoſuiſſem.

Sed ut cognoſci poſſit quâ ratione illic materiam iſtam tractarem, volo hic apponere explicationem motus cordis & arteriarum; qui cum primus & generaliſſimus ſit qui in animalibus obſervatur, ex eo facile judicabitur quid de reliquis omnibus ſit ſentiendum. Et ut minor in iis quæ dicturus ſum percipiendis occurrat difficultas, author ſum iis qui in Anatomia non ſunt verſati, ut antequam ſe ad hæc legenda accingant, cor magni alicujus animalis, pulmones habentis, coram ſe diſſecari curent: (in omnibus enim ſatis eſt humano ſimile) ſibique duos qui inibi ſunt ventriculos ſive cavitates oſtendi; Primo illam quæ in latere dextro eſt, cui duo valde ampli canales reſpondent; videlicet vena cava, quæ præcipuum eſt ſanguinis

receptaculum, & veluti truncus arboris, cujus omnes aliæ corporis venæ ſunt rami; & vena arterioſa, male ita appellata, cum revera ſit arteria, quæ originem à corde habens, poſtquam inde exiit, in multos ramos dividitur, qui deinde per pulmones diſperguntur. Secundo illam quæ eſt in latere ſiniſtro, cui eodem modo duo canales reſpondent, æque ampli atque præcedentes, ſi non magis; ſcilicet arteria venoſa, male etiam ita nominata, cum nihil aliud ſit quam vena, quæ à pulmonibus oritur, ubi in multos ramos dividitur, cum venæ arterioſæ & aſperæ arteriæ, per quam aër quem ſpiramus ingreditur, ramis permixtos; & magna arteria, quæ è corde exiens ramos ſuos per totum corpus diſpergit. Vellem etiam, ipſi diligenter oſtendi undecim pelliculas, quæ veluti totidem valvulæ aperiunt & claudunt quatuor oſtia ſeu orificia quæ ſunt in iſtis duobus cavis; nimirum tres in ingreſſu venæ cavæ, ubi ita ſunt collocatæ, ut nullo modo impedire poſſint quo minus ſanguis quem continent, in dextrum cordis ventriculum fluat, licet ne inde exeat accurate prohibeant. Tres in ingreſſu venæ arterioſæ, quæ contrario modo diſpoſitæ, ſinunt quidem ſanguinem in illa cavitate contentum ad pulmones tranſire, ſed non eum qui in pulmonibus eſt eo reverti. Et ſic duas alias in orificio arteriæ venoſæ, quæ permittunt ut ſanguis è pulmonibus in ſiniſtrum cordis ventriculum fluat, ſed reditum ejus arcent. Et tres in ingreſſu magnæ arteriæ, quæ ſinunt ipſum è corde exire, ſed ne illuc redeat impediunt. Nec opus eſt aliam quærere cauſam numeri iſtarum pelliculanum, niſi quod cum arteriæ venoſæ orificium ſit figuræ ovalis ratione loci in quo eſt, duabus commode claudi poſſit; cum alia quæ rotunda ſunt, melius tribus obſtrui queant. Præterea cuperem ut oſtenderetur ipſis, magnam arteriam, & venam arterioſam, conſtitutionis eſſe multo durioris & firmioris quam arteria venoſa & vena cava; & iſtas duas poſtremas dilatari priuſquam cor ingrediantur; ibique duo veluti marſupia efficere, quæ vulgo cordis auriculæ vocantur, & ſunt ex ſimili cum ipſo carne compoſitæ: Multoque ſemper plus caloris eſſe in corde quam in ulla alia corporis parte; Denique iſtum calorem poſſe efficere, ut, ſi guttula aliqua ſanguinis in ipſius cavitates ingrediatur, ſtatim intumeſcat & dilatetur; ſicut omnibus in univerſum liquoribus contingit, cum guttatim in aliquod valde calidum vas ſtillant.

Poſt hæc enim non opus eſt ut quidquam aliud dicam ad motum

cordis

cordis explicandum, nisi quod cum ipsius cavitates non sunt sanguine plenæ, illuc necessario defluat, è vena quidem cava in dextram, & ex arteria venosa in sinistram; quia hæc duo vasa sanguine semper plena sunt, & ipsorum orificia quæ cor spectant tunc obturata esse non possunt. Sed simul atque duæ sanguinis guttæ ita illuc sunt ingressæ, nimirum in unamquamque cavitatem una, cum necessario sint valde magnæ, eo quod ostia per quæ ingrediuntur ampla sint, & vasa unde procedunt, plena sanguine, statim eæ rarefiunt & dilatantur, propter calorem quem illic inveniunt. Quâ ratione fit ut totum cor intumescere faciant, simulque pellant & claudant quinque valvulas, quæ sunt in ingressu vasorum unde manant, impediantque ne major sanguinis copia in cor descendat; Et cum magis magisque rarefiant, simul impellant & aperiant sex reliquas valvulas, quæ sunt in orificiis duorum aliorum vasorum, per quas exeunt; hac ratione efficientes, ut omnes venæ arteriosæ & magnæ arteriæ rami, eodem pene cum corde momento intumescant; quod statim postea, sicut etiam istæ arteriæ, detumescit, quia sanguis qui eo ingressus est refrigeratur, & ipsarum sex valvulæ clauduntur, & quinque venæ cavæ & arteriæ venosæ aperiuntur transitumque præbent duabus aliis guttis sanguinis, quæ iterum faciunt ut cor & arteriæ intumescant, sicut præcedentes. Et quia sanguis qui ita in cor ingreditur, per istas duas ipsius auriculas transit, inde fit ut ipsarum motus, cordis motui contrarius sit, & cum intumescit detumescant.

Cæterum ne ii qui vim demonstrationum Mathematicarum ignorant, & in distinguendis veris rationibus à verisimilibus non sunt exercitati, audeant istud sine prævio examine negare; monitos eos volo, motum hunc quem modo explicavi, adeo necessario sequi ex sola organorum dispositione, quam suis in corde oculis intueri possunt, & ex calore qui digitis percipitur naturaque sanguinis quæ experientia cognoscitur; atque horologii motus, ex vi, situ & figura ponderum & rotarum quibus constat.

Sed si quæratur quâ ratione fiat ut sanguis venarum ita continuo in cor defluens non exhauriatur, & arteriæ nimis plenæ non sint, cum omnis sanguis qui per cor transit in eas ingrediatur; Non opus est ut aliud respondeam præter id quod jam à quodam Medico Anglo scriptum est; cui laus hæc tribuenda est quod primam in ista materia glaciem fregerit; primusque docuerit, multas esse exiguas vias in arteriarum extremitatibus, per quas sanguis quem à corde accipiunt

Hervæus de Motu Cordis.

piunt in ramulos venarum ingreditur; unde iterum ad cor redit; adeo ut motus ipsius nihil aliud sit quàm perpetua quædam circulatio. Id quod optime probat ex ordinaria experientia Chirurgorum; qui brachio, mediocri cum adstrictione ligato supra locum ubi venam aperiunt, efficiunt ut sanguis inde copiosius exsiliat, quam si non ligassent. Plane autem contrarium eveniret, si brachium infra ligarent, inter manum videlicet & aperturam; aut si illud, supra valde arcte adstringerent. Manifestum enim est, vinculum mediocriter adstrictum posse quidem impedire ne sanguis qui jam in brachio est, ad cor per venas redeat: non autem ne novus semper ex arteriis affluat; eo quod infra veras sint collocatæ, & durior ipsarum cutis non ita facile comprimi possit; quodque etiam sanguis è corde veniens, majore cum vi per ipsas ad manum transire contendat, quam inde ad cor per venas redire. Quoniam vero sanguis iste ex brachio exit per aperturam in una venarum factam, necessario meatus aliqui infra vinculum, hoc est circa brachii extremum, esse debent, per quos illuc ex arteriis venire queat. Optime etiam id quod de motu sanguinis dicit, probat ex quibusdam pelliculis, ita variis in locis valvularum instar circa venas dispositis, ut ipsi à medio corporis ad extrema transire non permittant, sed tantum ab extremis ad cor redire: præterea experientiâ, quæ ostendit, omnem qui in corpore est sanguinem inde brevissimo tempore exire posse per unicam scissam arteriam, etiamsi arctissime prope cor esset ligata, atque inter ipsum & vinculum scissa; adeo ut nulla esset suspicandi occasio, sanguinem egredientem aliunde quam ex corde venire.

Sed multa alia sunt quæ hanc quam dixi, veram istius motus sanguinis causam esse testantur; ut primo differentia, quæ observatur inter sanguinem qui è venis exit, & eum qui ex arteriis promanat; quæ aliunde oriri non potest quam ex eo quod transeundo per cor rarefactus & veluti distillatus fuerit, atque ita subtilior, vividior & calidior sit, statim atque inde exiit, hoc est cum in arteriis continetur, quam esset paulo ante quam in eas ingrederetur, hoc est cum in venis stabulabatur. Et, si probe attendatur, comperietur; hoc discrimen non apparere manifestè, nisi in vicinia cordis; minus autem in locis ab eo remotioribus. Deinde tunicarum è quibus vena arteriosa & magna arteria constant durities, satis ostendit, sanguinem ipsas majore cum vi quàm venas pulsare. Cur etiam sinistra cordis cavitas &

magna

magna arteria, ampliores essent & latiores cavitate dextra & vena arteriosa; nisi arteriosæ venæ sanguis pulmones solùm ingressus ex quo per cor transiit, subtilior esset, & magis, faciliusque rarefieret quàm sanguis immediatè ex vena cava procedens? Et quid ex pulsus contrectatione conjicere possunt Medici, nisi sciant sanguinem prout naturam mutat, magis aut minus, celeriùs vel tardiùs quàm antea à cordis calore rarefieri posse? Et si expendatur quomodo iste calor aliis membris communicetur, nonne fatendum est id fieri ope sanguinis, qui per cor transiens ibidem calefit, indeque per totum corpus diffunditur? Vnde fit ut si ex aliqua parte sanguis dematur, eâdem operâ dematur calor. Et quamvis cor ardore ferrum candens æquaret, non sufficeret tamen ad pedes & manus adeò ac sentimus calefaciendum; nisi continuò illuc novum sanguinem mitteret. Deinde etiam ex eo cognoscitur, verum respirationis usum esse, satis recentis aëris in pulmones inferre, ad efficiendum ut sanguis qui eò ex dextro cordis ventriculo defluit, ubi rarefactus & quasi in vapores mutatus fuit, ibi incrassescat & denuò in sanguinem convertatur, prius quàm in sinistrum refluat; sine quo, alendo qui illic est igni aptus esse non posset. Idque ex eo confirmatur, quòd videamus, animalia pulmonibus destituta, unicum tantùm cordis ventriculum habere: quodque in infantibus qui eo uti non possunt quamdiu sunt in matrum uteris inclusi, foramen quoddam deprehendamus per quod sanguis è vena cava in sinistram cordis cavitatem defluit; & brevem tubum per quem è vena arteriosa in magnam arteriam, non trajecto pulmone, transit. Deinde quomodo fieret concoctio in ventriculo, nisi cor eo calorem per arterias immitteret, unaque fluidiores aliquas sanguinis partes, quæ injecti cibi comminutionem adjuvant? Nonne etiam actio, quæ istius cibi succum in sanguinem convertit, facilis est cognitu, si consideretur, illum iteratis vicibus, & forte plus quàm centies aut ducenties, singulis diebus per cordis ventriculos totum distillare? Quâ verò aliâ re indigemus ad explicandum nutritionem, & variorum qui in corpore sunt humorum productionem; nisi ut dicamus, impetum quo sanguis, dum rarefit, à corde ad extremitates arteriarum transit, efficere ut aliquæ ipsius partes subsistant in membris ad quæ accedunt, ibique locum occupent aliquarum partium quas inde expellunt; & secundum situm, aut figuram, aut exilitatem pororum quos offendunt, quasdam potius in certa loca confluere quàm alias, eâ-

dem ratione quâ fieri solent quædam cribra, quæ per hoc unum quòd diversimodè sint perforata, variis frumenti speciebus à se invicem separandis inserviunt. Denique id quod hîc super omnia observari meretur, generatio est spirituum animalium, qui sunt instar venti subtilissimi, aut potiùs flammæ purissimæ: quæ continue è corde magnâ copiâ in cerebrum ascendens, inde per nervos in musculos penetrat, & omnibus membris motum dat: ita ut non opus sit aliam imaginari causam, quæ efficiat ut partes sanguinis, quæ, eò quòd sint magis cæteris agitatæ & penetrantiores, aptissimæ sunt ad istos spiritus componendos, potiùs ad cerebrum quàm aliò contendant; nisi quòd arteriæ quæ eas illuc deferunt, rectissimâ omnium lineâ à corde procedant; & quòd secundùm Mechanices regulas, quæ eædem sunt atque regulæ Naturæ, cùm variæ res simul ad eandem partem contendunt, ubi satis spatii non est omnibus recipiendis, sicut contingit in partibus sanguinis, quæ è sinistro cordis ventriculo exeunt, & ad cerebrum tendunt, necesse sit ut debiliores & minus agitatæ inde avertantur à validioribus, quæ hac ratione eò solæ perveniunt.

Particulatim satis ista omnia exposueram in tractatu quem antea in lucem edere cogitabam. In quo consequenter ostenderam, quænam debeat esse fabrica nervorum & musculorum corporis humani, ad efficiendum ut spiritus animales ipso contenti, vires habeant ejus membra movendi; sicut videmus, capita, paulò post quam abscissa fuerunt, adhuc moveri & terram mordere, etiamsi non ampliùs sint animata: Quænam mutationes in cerebro fieri debeant ad vigiliam, somnum & insomnia producendum: Quomodo lumen, soni, odores, sapores, calor, & omnes aliæ externorum objectorum qualitates, in eo per sensuum organa diversas imprimere ideas possint: Quomodo fames, sitis, aliique interni affectus, suas etiam illuc immittere valeant: Quid in eo per sensum communem intelligi debeat, in quo ideæ istæ recipiuntur; per memoriam, quæ eas conservat; & per phantasiam, quæ eas diversimodè mutare potest, & novas componere; quæque etiam spiritus animales varie in musculos immittendo, eosdem omnes motus qui unquam absque voluntatis imperio in nobis fiunt, eodemque modo tum objectis externis sensuum organa pulsantibus, tum etiam affectibus & temperamentis externis respondentes, in istius corporis membris potest efficere. Quod nullo modo videbitur mirum iis, qui scientes

tes quàm varii motus in automatis humanâ industriâ fabricatis edi possint; idque ope quarundam rotularum aliorumve instrumentorum, quæ numero sunt paucissima, si conferantur cum multitudine fere infinita ossium, musculorum, nervorum, arteriarum, venarum aliarumque partium organicarum, quæ in corpore cujuslibet animalis reperiuntur; considerabunt humani corporis machinamentum tanquam automatum quoddam manibus Dei factum, quod infinities melius sit ordinatum, motusque in se admirabiliores habeat, quàm ulla quæ arte humana fabricari possint. Et hîc particulariter immoratus eram in ostendendo, si darentur ejusmodi machinæ, figurâ externâ organisque omnibus simiæ, vel cuivis alteri brutoanimali simillimæ, nullâ nos ratione agnituros ipsas naturâ ab istis animantibus differre: Si autem aliquæ exstarent quæ nostrorum corporum imaginem referrent, nostrasque actiones quantum moraliter fieri posset imitarentur; nobis semper duas certissimas vias reliquas fore ad agnoscendum, eas non propterea veros homines esse. Quarum prima est, illas nunquam sermonis usum habituras, aut ullorum signorum, qualia adhibemus ad cogitationes nostras aliis aperiendas. Nam concipi quidem potest machina ita composita ut vocabula aliqua proferat; imo etiam ut quædam enunciet quæ præsentiæ objectorum, ipsius organa externa moventium, apposité respondeant: veluti si aliquo loco tangatur, ut petat quid se velimus; si alio, ut clamet, nos ipsam lædere, & alia ejusmodi: Sed non ut voces proprio motu sic collocet apté ad respondendum omnibus iis quæ coram ipsa proferentur; quemadmodum quilibet homines, quantumvis obtusi ingenii, possunt facere. Secunda est, quod etiamsi tales machinæ, multa æquè bene aut forsitan meliùs quàm ullus nostrûm facerent, in quibusdam aliis sine dubio aberrarent: ex quibus agnosci posset eas cum ratione non agere, sed solummodo ex organorum suorum dispositione. Cum enim ratio instrumentum sit universale, quod in omni occasione usui esse potest, contra autem organa ista particulari aliqua dispositione ad singulas suas actiones indigeant: inde fit ut plane sit incredibile, satis multa diversa organa in machina aliqua reperiri, ad omnes motus externos variis casibus vitæ respondentes solâ eorum ope peragendos, eodem modo quo à nobis rationis ope peraguntur. Hac autem eâdem publici viâ cognosci etiam potest discrimen quod inter homines & bruta intercedit. Observatu enim dignum est, nullos

nullos reperiri homines adeo hebetes & stupidos, ne amentibus quidem exceptis, ut non possint diversas voces apte construere, atque ex iis orationem componere; quâ cogitationes suas patefaciant: Contra vero nullum esse aliud animal, quantumvis perfectum aut felici sidere natum, quod simile quidquam faciat. Hocque ex organorum defectu non contingit; videmus enim, picas & psittacos easdem quas nos voces proferre, nec tamen sicut nos, loqui posse, hoc est, ita ut ostendant, se intelligere quid dicant. Cum nihilominus homines à nativitate surdi & muti, sicque non minus, sed potius magis quam bruta, destituti organis quibus alii in loquendo utuntur soleant propria industria quædam signa invenire quibus mentem suam aperiant iis quibuscum versantur, & quibus vacat linguam ipsorum addiscere. Istud autem non tantum indicat, bruta minore rationis vi pollere quam homines, sed illa plane esse rationis expertia. Videmus enim, exigua admodum opus esse ratione ad loquendum. & quia observatur ingenii quædam inæqualitas inter ejusdem speciei animantia, non minus quam inter homines; & alia aliis institutionis esse capaciora: non est credibile, simiam, aut psittacum, in sua specie perfectissimum, in eo infantem stupidissimum, aut saltem mente motum, æquare non posse, nisi ipsorum anima, naturæ à nostra plane discrepantis esset. Notandumque est, loquelam, signaque omnia quæ ex hominum instituto cogitationes significant, plurimum differre à vocibus & signis naturalibus quibus corporei affectus indicantur: nec cum veteribus quibusdam putandum, bruta loqui, sed nos ipsorum sermonem non intelligere. Si enim id verum esset, cùm multis organis prædita sint, iis quæ in nobis sunt analogis, mentem suam æque nobis patefacere possent ac sui similibus. Singulari etiam animadversione dignum est, quod quamvis multa sint animantia, quæ plus industriæ quam nos in quibusdam suarum actionum patefaciant; eadem tamen nullam omnino in multis aliis demonstrare conspiciantur. Ita ut id quod melius nobis faciunt, non probet, ipsa esse ratione prædita; inde enim sequeretur, majorem in illis inesse rationem quam in ullo nostrum, eaque nos in omni etiam alia re debere superare: sed potius probat, ipsa, ratione esse destituta, & naturam in iis secundum organorum dispositionem agere: prout videmus, horologium ex rotis tantum & ponderibus compositum, æqualius quam nos cum omni nostra prudentia, horas numerare & tempora metiri.

Postea

Postea descripseram animam rationalem, ostenderamque, eam nullo modo è materiæ potentia educi posse, sicut alia de quibus egeram, sed necesse esse, ipsam creari: Nec sufficere ut instar nautæ in navi, ipsa in corpore habitet, nisi forsan ad illius membra movenda; sed requiriut cum ipso arctius jungatur uniaturque, ad sensus & appetitus nostris similes habendos, & ita verum hominem componendum. Cæterum copiosior paulo hic fui in argumento de anima tractando, quod sit maximi ponderis. Nam post illorum errorem qui Deum esse negant, quem me satis supra refutasse opinor, nullus est qui facilius debiles animas à recto virtutis tramite avertat, quam si putent, brutorum animam ejusdem esse cum nostra naturæ; ac proinde nihil nobis post hanc vitam timendum aut sperandum superesse, non magis quam muscis aut formicis. Cum autem recte cognoscitur quantum differant, multo melius postea capiuntur rationes quæ probant animam nostram naturæ esse plane à corpore independentis, & ex consequenti opus non esse ut cum ipso moriatur: ac denique quia nullæ animadvertuntur causæ quæ eam destruant, natura ferimur ad judicandum ipsam esse immortalem.

Tertius autem nunc agitur annus, ex quo perveni ad finem tractatus quo ista omnia continentur, incipiebamque eum recognoscere, ut postea typographo traderem; cum rescivi, viros, quibus multum defero, & quorum authoritas non multo minus in meas actiones potest, quam propria ratio in cogitationes, opinionem quandam Physicam improbasse, paulo ante ab alio in lucem editam; cui nolo dicere me adhæsisse, sed tantum nihil in illa ante ipsorum censuram observasse, quod suspicari possem aut religioni aut reipublicæ noxium esse; nec proinde quod me impediturum fuisset ipsam tueri, si ratio veram esse persuasisset; hocque mihi metum incussisse, ne pariter inter meas aliqua inveniretur in qua à vero aberrassem; Quanquam sane magno semper studio curavi, ne ullis novis opinionibus fidem adhiberem, quarum demonstrationes certissimas non haberem, aut quidquam scriberem quod in ullius damnum cedere posset. Hoc vero satis fuit ad me movendum ut à proposito illas evulgandi desisterem. Etiamsi enim rationes quibus ad cogitationes meas edendas inductus fueram validissimæ essent, genius tamen meus, qui semper à libris scribendis abhorruit, fecit ut statim multas alias invenirem, quibus me ab illo labore susci-

VI. *Quid requiri putet Author, ad ulterius progrediendum in Naturæ perscrutatione, quam hactenus factum sit; & quæ rationes ipsum ad scribendum impulerint.*

ſuſcipiendo excuſarem. Et iſtæ rationes ab utraque parte tales ſunt, ut non ſolum mea eas hic recenſere aliquatenus interſit, ſed etiam fortaſſe reipublicæ literariæ illas cognoſcere.

Nunquam ea magni feci quæ ab ingenio meo proficiſcebantur, & quamdiu nullos alios ex ea qua utor Methodo fructus percepi, niſi quod mihi in quibuſdam dubiis ſatisfeci ad ſcientias ſpeculativas pertinentibus, aut meos mores componere conatus ſum ſecundum rationes quas me docebat, non putavi me quicquam ea de re ſcribere teneri. Nam quod ad mores attinet, unuſquiſque adeo ſuo ſenſu abundat, ut tot poſſent inveniri reformatores quot capita, ſi aliis liceret, præterquam iis quos Deus ſupremos ſuorum populorum Rectores conſtituit, aut quos ſatis magna gratiæ & zeli menſura donavit, ut Prophetæ ſint, aliquid in eo immutandum ſuſcipere. Et licet ſpeculationes meæ valde mihi arriderent, credidi tamen, alios etiam habere ſuas, quæ forte magis adhuc ipſis placeant. Sed ſtatim atque notiones aliquas generales, Phyſicam ſpectantes, mihi comparavi, earumque periculum facere incipiens in variis particularibus difficultatibus, obſervavi quouſque illæ me deducere poſſint, & quantum à principiis differant quæ hactenus in uſu fuerunt; credidi, me eas occultas detinere non poſſe, abſque gravi peccato adverſus legem, jubentem ut, quantum in nobis eſt, generale omnium hominum bonum procuremus. Et iis enim cognovi ad noticias vitæ valde utiles poſſe perveniri; & loco Philoſophiæ illius ſpeculativæ quæ in ſcholis docetur, poſſe Practicam reperiri, quâ cognitis viribus & actionibus ignis, aquæ, aëris, aſtrorum, cælorum aliorumque corporum quæ nos circumſtant, adeo diſtincte atque diverſas opificum noſtrorum artes novimus; adhibere pariter ea poſſemus ad omnes uſus quibus inſervire apta ſunt, atque ita nos velut dominos & poſſeſſores naturæ efficere. Quod ſane eſſet optandum non tantum ad infinitorum artificiorum inventionem, quæ efficerent ut ſine labore fructibus terræ, & omnibus ipſius commodis frueremur, ſed præcipuè etiam ad valetūdinis conſervationem, quæ ſine dubio primum eſt hujus vitæ bonum, & cæterorum omnium fundamentum. Animus enim adeo à temperamento & organorum corporis diſpoſitione pendet, ut ſi ratio aliqua poſſit inveniri, quæ homines ſapientiores & ingenioſiores reddat quàm hactenus fuerunt, credam illam in Medicina quæri debere. Verum quidem eſt, eam quæ nunc eſt in uſu, pauca quorum adeò inſignis ſit utilitas conti-

continere. Sed quamvis ipsam contemnere nullo modo sit animus, confido tamen, nullum fore, etiam inter eos qui illam profitentur, qui non confiteatur, omnia quæ hactenus in ea inventa sunt, nihil propemodum esse, respectu eorum quæ scienda adhuc restant: hominesque ab infinitis tam corporis quàm animi morbis immunes futuros, imò etiam fortassis à senectutis debilitatione, si satis magnam causarum à quibus mala ista oriuntur, & omnium remediorum quibus natura nos instruxit, notitiam haberent. Cum autem proposuerim, totam meam vitam collocare in scientiæ adeò necessariæ investigatione, & inciderim in viam quæ mihi talis videtur, ut si quis eam sequatur, haud dubiè ad optatum finem sit perventurus, nisi aut brevitate vitæ aut experimentorum defectu impediatur: judicabam, nullum melius esse adversus duo ista impedimenta remedium, quàm si fideliter publico communicarem id omne, quantulumcunque esset, quod reperissem, & præclara ingenia incitarem, ut ulteriùs pergere contenderent, singulique quod in sua facultate esset ad experimenta facienda conferrent, atque etiam eorum omnium quæ addiscerent publicum participes facerent, eo fine ut ultimi incipiendo ubi præcedentes desiissent, & ita multorum vitas & labores conjungendo omnes simul longius progrederemur quàm singuli privatim possent.

Quinetiam de experientiis observabam, eas tanto magis necessarias, quanto quis majorem notitiam est adeptus. Initio enim præstat iis tantum uti quæ sponte sensibus nostris occurrunt, & quas ignorare non possumus, si vel tantillum ad eas attendamus, quàm rariores & abstrusiores investigare. Cujus rei ratio est, quod rariores illæ sæpius decipiant, quamdiu vulgatiorum causæ ignorantur; circumstantiæque à quibus pendent ferè semper adeò particulares & exiguæ sint, ut observatu sint difficillimæ. Sed talem hac in re ordinem secutus sum: Primum conatus sum generatim invenire principia, seu primas causas omnium quæ sunt aut possent esse in mundo; ad Deum solum qui ipsum creavit attendendo, easque aliunde non educendo quàm ex quibusdam veritatis seminibus, animis nostris à natura inditis. Postea expendi quinam essent primi & maxime ordinarii effectus, qui ex his causis deduci possent; videorque mihi hac viâ cognovisse cœlos, astra, terram, imò etiam in terra aquam, aërem, ignem, mineralia, & quædam ejusmodi alia: quæ sunt omnium maximè communia, simplicissimaque, ac proin-

proinde cognitu facillima. Deinde cùm volui ad particulariora descendere, tam multa diversa mihi occurrerunt, ut crediderim, opus esse ingenio plusquam humano, ad formas aut species corporum quæ in terra sunt, ab infinitis aliis quæ in ea possent esse, si Deo placuisset illas ibi collocare, dignoscendas, ipsasque deinde ad usum nostrum referendas; nisi per effectus causis obviam eamus, & multis particularibus experimentis adjuvemur. Deinde animo revolvens omnia objecta quæ unquam sensibus meis occurrerant, dicere non verebor me nihil in iis observasse, quod satis commodè per inventa à me principia explicare non possem. Sed confiteri me etiam oportet, potentiam Naturæ esse adeò amplam & diffusam, & principia hæc adeo esse simplicia & generalia, ut nullum ferè amplius particularem effectum observem, quem statim variis modis ex iis deduci posse non agnoscam; nihilque ordinariè mihi difficilius videri, quam invenire quo ex his modis inde dependeat. Hinc enim aliter me extricare non possum quàm si rursus aliqua experimenta quæram, quæ talia sint, ut eorum idem non sit futurus eventus, si hoc modo quàm si illo explicetur. Cæterum eo usque nunc perveni ut mihi satis bene videar percipere, quâ ratione pleraque illorum sint facienda quæ huic fini inservire possunt. Sed video etiam, illa esse talia & tam multiplicia, ut neque manus meæ, neque fortunæ, etiamsi millecuplo majores essent, ad omnia possent sufficere; prout autem deinceps plura aut pauciora faciendi copia erit, majores etiam, aut minores, in Naturæ cognitione progressus mihi promitto. Id quod in composito à me Tractatu declarare sperabam, ibique adeo clare patefacere quænam exinde ad publicum utilitas esset reditura, ut eos omnes quibus commune hominum bonum est cordi, hoc est omnes revera, & non in speciem tantùm honestos viros, inducturus essem tum ad mecum communicanda quæ jam fecissent experimenta, tum ad me juvandum in investigatione eorum quæ supersunt facienda.

Sed ab illo tempore aliæ mihi ocurrerunt rationes, quibus ad mutandam sententiam adductus sum, & ad cogitandum, me debere quidem pergere in scribendis omnibus iis quæ alicujus esse momenti putarem, statim atque eorum veritatem deprehendissem; idque non minore cum cura quàm si ea in lucem edere vellem; tum ut tanto majorem haberem ea bene examinandi occasionem; Nam sine dubio accuratius semper id elaboratur, quod à pluribus lectum iri creditur,

quam

quam quod in privatum tantùm usum scribitur; & sæpe quæ mihi visa sunt vera cum primum illa concepi, falsa esse postea cognovi cùm ipsa chartæ volui mandare; tum etiam ut nullam amitterem occasionem publicam utilitatem quantum in me esset procurandi, & si mea scripta alicujus sint pretii, ii in quorum manus post obitum meum devenient, illis prout commodum videbitur uti queant: Sed me nullo modo permittere debere ut me vivo in lucem exirent, ne vel oppositiones, & controversiæ quibus fortè vexarentur, vel etiam qualiscunque fama quam conciliare possent, aliquam mihi darent occasionem, tempus quod institutioni meæ destinaveram amittendi. Etiamsi enim verum sit, unumquemque teneri quantum in se est aliorum bonum procurare; illumque propriè nullius esse pretii qui nemini prodest; attamen verum etiam est, curas nostras ultra tempus præsens debere extendi, bonumque esse, omittere ea quæ fortè aliquam viventibus utilitatem essent allatura, eo fine ut alia faciamus quæ multo magis nepotibus nostris sunt profutura. Quemadmodum etiam dissimulare nolo, exiguum id quod huc usque didici, nihil ferè esse præ eo quod ignoro, & ad cujus cognitionem pervenire non despero. Eodem enim ferè modo agitur cum iis qui paulatim veritatem in scientiis detegunt, atque cum ditescentibus, quibus facilius est magna lucra facere, quàm antea multo minora cum adhuc pauperes erant. Vel possunt cum exercituum præfectis conferri, quorum vires pro victoriarum ratione incrementa sumere solent, & quibus post cladem acceptam majore prudentia opus est ad residuas copias conservandas, quàm cum prælio superiores fuerunt ad urbes & provincias occupandas. Verè enim is prælio decernit; qui conatur superare omnes difficultates & errores, à quibus impeditur ne ad cognitionem veritatis perveniat; & prælio vincitur, qui de re alicujus momenti falsam opinionem admittit; majoreque postea opus habet dexteritate, ad se in pristinum statum restituendum, quàm ad magnos progressus faciendos cùm jam principia certa habet. Quod ad me attinet, si quas in scientiis veritates inveni, (confido autem, ea quæ hoc volumine continentur ostensura, me aliquas invenisse) possum dicere, illas tantùm esse consequentias, quinque aut sex præcipuarum difficultatum quas superavi, quasque pro totidem pugnis numero in quibus victoriam reportavi. Imo non verebor dicere, me putare, nihil mihi amplius deesse ut voti compos fiam, quàm duas aut tres ejusmodi obtinere; & me non

esse adeò ætate provectum, quin secundùm ordinarium naturæ cursum satis mihi ad hanc rem otii superesse possit. Sed credo, me eò plus teneri temporis quod mihi restat parcum esse quo plus spei illud bene collocandi habeo. Et multas procul dubio illud amittendi occasiones haberem, si meæ Physicæ fundamenta in lucem ederem. Etiamsi enim omnia ferè adeò sint evidentia, ut opus tantum sit ea intelligere ad assentiendum; nullumque inter illa sit, cujus demonstrationes dare posse non sperem; attamen quia fieri non potest, ut cum omnibus aliorum diversis opinionibus conveniant, sæpius me à proposito avocatum iri prævideo, oppositionum quas excitabunt occasione.

Objici quidem potest, oppositiones istas utiles fore, cùm ut errores meos agnoscam, tum ut si quid boni habeam, alii majorem illius hac ratione intelligentiam consequantur; & quia plures oculi plus vident uno, ut meis nunc uti incipientes, suis me vicissim inventis juvent. Sed etiamsi me valde errori obnoxium agnoscam, & nunquam ferè fidam primis quæ mihi occurrunt cogitationibus; experientia tamen quam habeo eorum quæ mihi objici possunt, impedit quo minus ullum inde fructum sperem. Iam enim sæpe expertus sum judicia, tam eorum quos pro amicis habui, quàm aliorum quorundam, quibus me indifferentem esse putabam; quin etiam nonnullorum malignorum & invidorum, quos sciebam conaturos in apertum protrahere id quod amicitiæ velum ab amicorum oculis abscondebat. Sed rarò accidit, ut aliquid mihi objectum sit quod nullo modo prævidissem, nisi id esset valde à meo argumento remotum; adeo ut fere nullum unquam offenderim opinionum mearum Censorem, qui mihi non videretur aut minùs rigidus, aut minùs æquus me ipso. Sicut etiam nunquam observavi, veritatem aliquam, antea ignotam, disputationum Scholasticarum ope in lucem protractam fuisse. Nam dum unusquisque contendit vincere, plerumque potius ad verisimilitudinem, quàm ad rationum utrimque allatarum momenta attendi solet; & qui diu boni fuerunt advocati, non ideo postea meliores sunt judices.

Quod ad utilitatem, quam alii ex mearum meditationum communicatione percepturi essent, non posset etiam valde magna esse; quia nondum eas eo usque deduxi, ut nulla supersint addenda, antequam ad praxim revocentur. Et puto me posse sine jactantia dicere, si quis earum perficiendarum sit capax, me potiùs eum esse quàm

quàm alium quemquam. Non quod ingenia in orbe esse non possint quæ meum multis parasangis superent; sed quia fieri non potest ut rem adeò bene concipiat & suam reddat, qui eam ab alio discit, atque ille qui ipsemet eam invenit. Quod adeo in hac materia verum est, ut quamvis sæpe aliquas ex meis opinionibus explicaverim viris acutissimis, & qui me loquente eas videbantur valde distinctè intelligere; attamen cùm eas retulerunt, observavi, ipsos fere semper illas ita mutavisse, ut pro meis agnoscere amplius non possem. Quâ occasione posteros hic oratos volo, ut nunquam credant, quidquam à me esse profectum, quod ipse in lucem non edidero. Et nullo modo miror absurda illa dogmata, quæ veteribus illis Philosophis tribuuntur, quorum scripta non habemus; nec propterea judico, ipsorum cogitationes valde à ratione fuisse alienas, cum habuerint præstantissima suorum sæculorum ingenia; sed tantum, eas nobis perperam fuisse relatas. Sicut etiam videmus, nunquam fere contigisse ut ab aliquo suorum sectatorum superati fuerint. Et credo, fervidissimos eorum qui nunc Aristotelem sequuntur, se beatos putaturos si eum in naturæ cognitione æquarent; etiam sub hac conditione, ut postea nihil amplius addiscerent. In quo similes sunt hederæ, quæ nunquam contendit altius ascendere quàm arbores quæ ipsam sustinent; imò sæpe descendit, postquam ad fastigium usque sublata fuit. Mihi enim videntur etiam illi descendere, id est aliquomodo se indoctiores reddere quàm si à studiis desisterent, qui non contenti omnia ea scire quæ clare & dilucide apud suum Authorem explicata sunt, volunt præterea illic invenire solutionem multarum difficultatum, de quibus ne verbo quidem meminit, & forte nunquam cogitavit. Attamen ipsorum philosophandi ratio valde commoda est ingeniis infra mediocritatem positis. Distinctionum enim & principiorum quibus utuntur obscuritas, causa est ut de omnibus æquè confidenter loqui possint, ac si illa optimè novissent; & ita adversus subtilissimos acutissimosque omnia quæ dicunt defendere, ut falsi argui nequeant. Qua in re similes mihi videntur cæco, qui ut æquo Marte adversus videntem decertaret, eum in profundam & obscuram aliquam cellam deduxisset. Ac possum dicere, istorum interesse ut ab edendis Philosophiæ qua utor principiis abstineam. Nam cùm simplicissima & evidentissima sint; idem propemodum facerem, ea luce donando, ac si aliquas aperirem fenestras, per quas lux in illam cellam ingrederetur, in quam ad pugnan-

dum descenderunt. Imò neque præstantiora ingenia habent cur optent ea cognoscere. Nam si velint scire de omnibus loqui, & eruditionis famam sibi comparare; eò facilius pervenient, si verisimilitudine contenti sint, quæ sine magno labore in omni genere materiæ inveniri potest; quàm veritatem investigando, quæ paulatim tantum in quibusdam patefit; & cum de aliis loquendum est, ad ingenuam ignorantiæ suæ confessionem impellit. Si verò paucarum aliquot veritatum notitiam præferant vanæ nihil ignorandi professioni, sicut proculdubio præferenda est, & meum institutum sectari velint, non opus habent ut quidquam ipsis amplius dicam præter id quod jam in hac dissertatione à me audierunt. Nam si ulteriùs quàm fecerim progrediendi sint capaces, multò potiori ratione erunt per se inveniendi id omne quod me hactenus invenisse puto; quoniam cum nihil unquam nisi ordine examinaverim, certum est, id quod mihi è tenebris eruendum restat, multo ex se difficilius & occultius esse, quàm id quod antea reperire potui; & minor multo ipsis esset voluptas id à me quàm à se ipsis discere. Præterquam quòd habitus quem sibi comparabunt, facilia primum quærendo, & paulatim atque per gradus ad alia difficiliora transeundo, ipsis plus omnibus meis documentis profuturus sit. Sicut quod ad me attinet, si à juventute edoctus essem omnes veritates, quarum postea demonstrationes investigavi, & sine labore illas didicissem, opinor, me fortasse nunquam multo plures cogniturum fuisse; saltem nunquam acquisiturum fuisse habitum & facilitatem qua me semper novas & novas inventurum spero, prout animum ad eas investigandum applicabo. Et ut verbo dicam, si quod in mundo est opus, quod ita bene ab alio non possit absolvi, atque ab eo qui inchoavit, illud est in quo versor & laboro.

Verum quidem est, quantum ad experimenta spectat quæ huic scopo inservire queunt, unum hominem illis omnibus faciendis non esse parem. Sed nullas etiam alias utiliter adhibere posset manus, quam suas, nisi forte opificum, aut aliorum ejusmodi mercenariorum, quos lucri spes (magnæ efficaciæ medium) impelleret ad accurate faciendum omnia quæ ipsis præscriberet. Nam quod ad voluntarios attinet, qui curiositate aut discendi studio moti, sponte forsan operas suas ei offerrent, præterquam quod ordinarie multa promittant & pauca præstent, nullumque unquam fere ipsorum propositum, finem optatum sortiatur; procul dubio vellent, operam suam compen-

compensari aliquarum difficultatum explicatione, aut saltem inutilibus comitatis officiis & sermonibus, in quibus sine magno detrimento partem otii sui impendere possent. Et quod ad experimenta jam ab aliis facta, etiamsi ea cum ipso communicare vellent, quod nunquam facturi sunt qui ipsa pro secretis habent, plerumque tot sunt comitata circumstantiis, rebusque superfluis, ut inde veritatem elicere difficillimum illi foret. Præterquam quod omnia fermè adeo male explicata inveniret, aut etiam falsa, (quia qui illa fecerunt, ea tantum in iis videre voluerunt quæ principiis suis conformia putabant) ut si aliqua proposito ipsius accommoda essent, pretium tamen temporis æquare non possent, quod in delectu illorum faciendo impendendum esset. Adeo ut si quis esset in hoc terrarum orbe, quem constaret capacem esse maxima quæque, & in publicum utilissima inveniendi; & eâ de causâ cæteri homines omnibus modis eum adjuvare contenderent in proposito suo assequendo; non videam, eos aliud in ipsius gratiam facere posse, quam in experimenta quibus indigeret sumptus conferre; & de cætero impedire ne tempus ipsi ullius importunitate eriperetur. Sed præterquam quod non tantum mihi tribuo, ut aliquid extraordinarium polliceri velim, nec me adeo vanis cogitationibus pasco, ut putem, rempublicam multum mea consilia curare debere; non sum etiam adeo abjecto animo, ut à quolibet accipere vellem beneficium, cujus me indignum esse credi posset.

Omnes istæ considerationes, simul junctæ, in causa fuerunt à tribus annis cur noluerim in lucem edere tractatum quem præ manibus habebam; imo ut statuerem, nullum alium quamdiu viverem publici juris facere, qui adeo generalis esset, aut ex quo Physices meæ fundamenta intelligi possent. Sed postea rursum duæ aliæ causæ fuerunt quæ me moverunt, ut hic particularia quædam specimina subjungerem, & publico aliquam actionum mearum consiliorumque rationem redderem. Quarum prima est, quod, si illud omitterem, multi qui resciverunt propositum quod antea habui scripta aliqua prelo subjiciendi, suspicari possent, causas propter quas ab eo abstinerem, minus mihi honorificas esse quam revera sunt. Quamvis enim immodice gloriam non appetam, aut etiam (si id effari liceat) ab illa abhorream, quatenus ipsam contrariam esse judico quieti, quam supra omnia magni facio; attamen nunquam etiam studui actiones meas tanquam crimina occultare; aut mul-

tas præcautiones adhibui ut ignotus essem; tum quia credidissem adversus me ipsum injurius esse, tum etiam quia id mihi inquietudinem aliquam attulisset, quæ rursum perfectæ animi tranquillitati quam quærebam adversa fuisset. Et quia, dum me ita indifferenter habui inter innotescendi aut delitescendi curam, non potui impedire quin aliquatenus in ore hominum versarer, putavi debere me allaborare saltem ne male audirem. Altera ratio quæ me ad hæc scribendum compulit est, quod quotidie magis ac magis perspiciens moram quam patitur illud quod de me erudiendo cepi consilium, propter infinita experimenta quibus indigeo, & quæ sine aliena ope facere non possum, etiamsi non adeo Suffenus sim ut sperem publicum in partem consiliorum meorum venire velle; attamen nolo etiam mihi adeo deesse, ut occasionem dem post victuris, mihi aliquando exprobrandi, me potuisse ipsis varia multo meliora relinquere quam fecerim, nisi nimium neglexissem ipsis significare, qua in re instituta mea possent promovere.

Et putavi; facile mihi esse eligere aliquas materias, quæ neque essent multis controversiis obnoxiæ, neque me cogerent plura quam velim ex meis principiis exponere; & tamen satis clare patefacerent quid in scientiis præstare possim aut non possim. Quod an feliciter mihi successerit, aliis judicandum relinquo; at pergratum mihi erit si examinentur; & ut tanto major sit ejus rei occasio, rogo omnes eos qui adversus ea objectiones aliquas facere volent, ut eas ad meum bibliopolam mittant, à quo monitus, meum responsum eodem tempore adjungere conabor. ista enim ratione lectores, utraque scripta simul videntes, tanto facilius de veritate judicium ferent. Non enim prolixa illis opponere responsa polliceor, sed tantum mea errata ingenue, si agnoscam, confiteri, aut si ea animadvertere non possim, simpliciter dicere quod putabo ad rerum à me scriptarum defensionem requiri; nulla addita novæ alicujus materiæ explicatione, ne me sine fine ab una ad aliam transire sit necesse.

Quod si quædam eorum, de quibus egi initio Dioptrices & Meteororum, prima fronte offendant, quia hypotheses voco, & nolle probare videor; rogo ut integri tractatus cum attentione legantur, & spero, hæsitantibus satisfactum iri. Rationes enim mihi videntur in iis tali serie connexæ, ut sicut ultimæ demonstrantur à primis quæ illarum causæ sunt, ita reciproce primæ ab ultimis, quæ ipsarum

ipſarum ſunt effecta, probentur. Nec eſt quod quis putet, me hic in vitium quod Logici Circulum vocant, incidere; nam cum experientia maximam effectuum iſtorum partem certiſſimam eſſe arguat, cauſæ à quibus illos elicio, non tam iis probandis quam explicandis inſerviunt; contraque ipſæ ab illis probantur. Nec hypotheſes alio fine vocavi, quam ut ſciatur, confidere, me eas poſſe deducere ex primis illis veritatibus quas ſupra expoſui; ſed data opera noluiſſe facere, ad impediendum, ne quædam ingenia, quæ uno die addiſcere ſe poſſe putant ea in quibus alius viginti annos deſudavit, ſtatim atque illa ipſis uno tantum aut altero verbo aperui, (& quæ eo magis errori ſunt obnoxia, minuſque veritatis percipiendæ capacia, quo ſubtiliora & alacriora ſunt;) inde poſſint occaſionem arripere, abſurdam aliquam Philoſophiam illis principiis quæ pro meis habebunt, ſuperſtruendi, ejuſque rei mihi culpa tribuatur. Nam quod ad opiniones attinet quæ in ſolidum meæ ſunt, nolo ipſarum novitatem excuſare; quoniam ſi rationes quibus innituntur, bene perpendantur, confido, eas adeo ſimplices & ſenſui communi conformes inventum iri, ut minus extraordinariæ & paradoxæ videantur, quam ullæ aliæ quæ de iiſdem argumentis poſſint haberi. Nec me etiam primum ullarum Inventorem eſſe jacto, ſed tantum, me nunquam illas pro meis adoptaſſe, vel quod ab aliis prius receptæ fuiſſent, vel quod non fuiſſent, verum unicam hanc ob cauſam, quod mihi eas ratio perſuaſiſſet.

Quodſi artifices non ita cito poſſint executioni mandare inventionem in Dioptrica explicatam, non credo, ipſam idcirco culpari merito poſſe. Magna enim dexteritate & exercitatione opus eſt ad machinas quas deſcripſi faciendas, & ita ut nulla circumſtantia deſit adaptandas; nec minus mirarer ſi primo experimento id ipſis ſuccederet, quam ſi quis unâ die eximie teſtudine canere addiſcere poſſet, eo ſolo quod optimus canendi modus ipſi deſcriptus fuiſſet.

Cæterum nolo hîc ſpeciatim quidquam dicere de progreſſibus, quos deinceps me in ſcientiis ſpero facturum, aut erga publicum ullo me devincire promiſſo, quod incertus ſim implere necne valeam. Sed tantummodo dicam, decreviſſe me quod ſupereſt vitæ tempus nulla alia in re collocare, quam in ejuſmodi naturæ notitia mihi comparanda, è qua in Medicinæ uſum certiores regulæ, quam hactenus extiterint, depromi poſſint: Geniumque meum adeo ab omni alio

alio propositi genere abhorrere, præsertim quod aliquibus prodesse non possit, nisi aliis noceat; ut si occasione aliqua ad id sectandum adigerer, non credam me posse eximium quid in eo præstare. Quod hic aperte profiteor, etiamsi non ignorem, professionem hanc inutilem esse ad mihi authoritatem aut existimationem aliquam comparandam; quam etiam adeo non affecto, ut me semper magis illis devinctum arbitraturus sim, quorum favore otio meo absque impedimento frui licebit, quam iis qui mihi dignitates amplissimas offerrent.



DIO-

DIOPTRICE.

CAPUT PRIMUM.

De Lumine.

I. *Visus præstantia; & quantum nuper inventis perspicillis adjuvetur.*



Otius vitæ nostræ regimen à sensibus pendet; quorum cum visus sit nobilissimus & latissime patens, non dubium est quin utilissima sint inventa, quæ vim illius augere queunt. Et quidem difficile est ullum excogitare quod magis juvet, quam miranda illa specilla, quæ brevi tempore quo cognita sunt, jam in cœlo nova sidera, & in terra nova alia corpora, numerosiora iis quæ antea visa fuerant, detexêre. Adeo ut promota luminis nostri acie ultra terminos, quibus imaginatio majorum sistebatur, viam simul nobis videantur aperuisse ad majorem & magis absolutam naturæ cognitionem. Sed hoc inventum adeo utile & mirandum, non sine aliquo scientiarum nostrarum opprobrio, vagis experimentis, & casui fortuito debemus. Ante annos circiter triginta, quidam Iacobus Metius vixit; Alcmariæ (quæ civitas est Hollandiæ) natus; homo humaniorum artium prorsus expers: licet patrem & fratrem Matheseos cultores habuerit. Hujus summa voluptas erat specula & vitra ustoria formare; nonnulla etiam hyeme componens ex glacie; quæ materies, experientia teste, non omnino ad id inepta est. Quum igitur hac occasione multa, eaque variæ formæ vitra ad manum haberet, prospero quodam fato duo simul oculo objecit; quorum alterum, medium paulo crassius habebat quam extremitates, alterum vice versâ extremitates quam medium multo tumidiores; & adeo feliciter illa duabus tubi extremitatibus applicuit, ut primum de quo loquimur telescopium inde exstiterit. Atque ad hujus unius normam, omnia deinceps, quæ in huncusque diem habuimus, elaborata sunt; neque adhuc, quod sciam, ullus extitit, qui demonstraverit sufficienter, quam figuram hæc vitra exigant. Licet enim exinde multa egregia ingenia fuerint, quæ hanc materiam non parum excoluere, atque ea occasione varia in Opticis invenere præstantiora iis, quæ à majoribus habemus; tamen quoniam operosiora inventa, raro simul ac nata sunt, summum perfe-

perfectionis gradum adipiscuntur, satis multæ difficultates hîc relictæ sunt, ut scribendi materiam mihi suppeditent. Et quoniam constructio eorum de quibus loquar à dexteritate & industria artificum pendet, qui literis ut plurimum non vacarunt; conabor efficere ut quivis facile capiat quæ dicam: nihilque reticebo, nec supponam quod petendum sit ex alia disciplina. Quapropter exordiar à lucis, ejusque radiorum explicatione; postea partibus oculi breviter descriptis, qua ratione visio fiat accurate exponam: tandemque notatis iis omnibus quæ ad illam perficiendam licet optare, quibus artificiis ea ipsa possint præstari docebo.

II. *Sufficere naturam luminis concipere, ad omnes ejus proprietates intelligendum.*

Hic autem de luce, vel lumine loquendi, cum aliam causam non habeam, quam ut explicem quo pacto ejus radii oculos intrent, & occursu variorum corporum flecti possint; non necesse erit inquirere quænam genuina sit ejus natura, sed duas aut tres comparationes hîc afferam, quas sufficere arbitror, ut juvent ad illam concipiendam, eo modo qui omnium commodissimus est, ad ejus proprietates, quas jam experientia docuit, explicandas; & ex consequenti etiam ad alias omnes quæ non ita facile usu notantur detegendas. Non aliter quam in Astronomiæ, ex hypothesibus etiam falsis & incertis, modò iis omnibus quæ in cælo observantur accuratè congruant, multæ conclusiones, circa ea quæ non observata sunt, verissimæ & certissimæ deduci solent.

Nemo nostrum est, cui non evenerit aliquando ambulanti noctu sine funali, per loca aspera & impedita, ut baculo usus sit ad regenda vestigia: & tunc notare potuimus, per baculum intermedium nos diversa corpora sentire, quæ circumcirca occurrebant: Itidem nos dignoscere, num adesset arbor, vel lapis, vel arena, vel aqua, vel herba, vel lutum, vel simile quiddam. Fatendum quidem, hoc sentiendi genus obscurum & satis confusum esse in iis, qui non longo usu edocti sunt; sed consideremus illud in iis qui cum cæci nati sint, toto vitæ tempore debuerunt eo uti; & adeò perfectum consummatumque inveniemus, ut dicere possimus, illos quodammodo manibus cernere aut scipionem tanquam sexti cujuspiam sensus organum iis datum ad defectum visus supplendum.

III. *Quomodo radii ejus in instanti ad nos à Sole perveniant.*

Nunc itaque ad comparationem instituendam; cogitemus, lumen in corpore luminoso nihil esse præter motum quemdam, aut actionem promptam & vividam, quæ per aërem, & alia corpora pellucida interjecta, versus oculos pergit; eodem plane modo quo motus

tus

tus aut resistentia corporum quæ hic cæcus offendit per interpositum scipionem ad manum ejus tendit. Statimque ex hoc mirari desinemus, lumen illud à summo Sole, nullâ morâ interpositâ, radios suos in nos effundere; novimus enim, illam actionem, quâ alterum baculi extremum movetur, similiter nullâ interpositâ morâ ad alterum transire, & eodem modo ituram, licet majori intervallo distarent istius baculi extrema, quàm à cœli vertice terra abest.

IV. *Quomodo ejus ope colores videantur: & quænam sit natura colorum in genere.*

Neque magis videbitur mirum, illius ope tantam colorum varietatem apparere; Et præterea forsan credemus, nihil esse hos colores in corpore colorato, nisi diversos modos, quibus hoc illos recipit, & remittit ad oculos: si consideremus differentiam illam, quam cæcus in arbore, aqua, lapide, & similibus deprehendit, interjecto scipione; non minorem illi videri, quam nobis hæc, quæ in rubro, flavo, viridi & cunctis aliis coloribus: & interim tamen illas differentias in nullo corpore quidquam esse, præter varias rationes movendi aut resistendi motibus illius baculi.

V. *Non opus esse speciebus intentionalibus ad eos videndum: neque ut in objectis aliquid sit nostris sensibus simile.*

Vnde etiam nascetur occasio judicandi, non necessarium esse supponere, materiale quidpiam ex objectis ad oculos nostros manare, ut lumen & colores videamus; neque quidquam in istis objectis esse, quod simile sit ideis quas de iis mente formamus: Quemadmodum nihil ex corporibus quæ cæco occurrunt, per baculum ad manum illius fluit; constatque, motum aut resistentiam horum corporum, quæ sola percepti sensus causa est, nihil simile habere ideis, quas inde animo apprehendit. Et hac ratione mentem habebimus liberam ab omnibus illis exiguis simulacris per aërem volitantibus, quæ *Species intentionales* Philosophi, mirum in modum iis divexati, nominarunt. Facili etiam negotio controversiam decidere poterimus, quæ agitatur super loco unde actio prodit, sensum Visionis efficiens. Vt enim cæcus noster corpora, quæ circumcirca offendit, non tantummodo per actionem illorum (quum scilicet ipsa moventur) sentit; sed etiam per solum motum dexteræ suæ, quum illa tantummodo resistunt: ita concedendum est, visus objecta posse percipi, non tantummodo actionis vi, quæ ex iis emanans ad oculos nostros diffunditur, sed etiam vi illius, quæ oculis innata ad illa pergit.

VI. *Nos interdiu videre ope radiorum qui ab*

Verumtamen quoniam hæc actio nil nisi lumen est, notandum, neminem præter eos, qui per tenebras instar felium cernunt, saltem si qui sint, illam in oculis suis habere; & maximam hominum partem

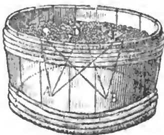
objectis in oculos nostros veniunt. Contrà feles noctu videre ope radiorum qui ab ipsorum oculis in objecta tendunt.

tem tantummodo per eam actionem videre quæ ab objectis venit. Vsus namque docet, hæc objecta aut luminosa, aut illuminata esse debere, ut videantur, non oculos nostros, ut videant. Sed quoniam inter baculum hujus cæci, & aërem, aut alia corpora pellucida, quibus interjectis cernimus, non leve discrimen est, alia insuper comparatio est hîc in medium proferenda.

VII.

Quænam sit materia quæ radios transmittit: & quomodo diversorum objectorum radii simul in oculum ingredi possint: aut ad diversos oculos tendentes per eundem aëris locum sine permixtione transire, aut ita ut alii non sint aliis impedimento: nec ab aëris fluiditate impediantur; nec à ventorum agitatione; nec à vitri aut aliorum ejusmodi pellucidorum corporum duritie: & qui fieri possit ut nihilominus sint recti.

Contemplemur vindemiæ tempore uvis calcatis refertum lacum; cujus fundus foramine uno aut altero pertusus sit, ut A B. ex quibus profluat mustum quod continet. ubi quidem particulæ vini, quæ hærent exempli gratia circa C, eodem momento simul ac foramen A patuerit, rectà descensum ad illud affectant, & simul ad foramen B. Eodemque tempore quæ circa D & E,



per hæc ipsa foramina descendere properant; ita tamen ut nulla harum actionum alteram impediat, & ne ipsi quidem ramusculi immixtorum scaporum resistant; licet hi se invicem suffulti non descendant per eadem foramina A & B; & insuper interea variis modis moveantur ab iis qui uvas calcant. Deinde cogitemus, quum consensu Philosphorum fere unanimi vacuum in rerum natura non detur, & tamen omnia corpora vel experientiâ teste plurimis poris pervia hient, necessariò hos meatus materia quadam repletos esse, perquam subtili & fluida; quæ serie non interruptâ ab astris ad nos extensa sit. Quæ materia si vino hujus lacus comparetur; & partes minus fluidæ seu crassiores aëris, aut aliorum corporum pellucidorum, scapis qui immixti sunt; facillimè intelligemus, omnes particulas materiæ subtilis, quas Sol nobis adversus tangit, rectâ lineâ ad oculos nostros tendere, eodem quo patescunt momento, non impedientibus alii alias, neque obstantibus crassioribus particulis pellucidiorum corporum interjectis, sive diversa ratione moveantur, ut aer qui ferè continuò ventis agitatur, sive sine motu sint, quemadmodum vitrum aut crystallus. Tum etiam notandum esse discrimen inter motum, & propensionem ad motum. Nam facilè concipimus animo, particulas vini, quæ hærent exempli gratia circa C, simul ad B & A tendere, quum interim revera ad utrumque eodem tempore moveri nequeant; & illas exactè in linea recta

B & A

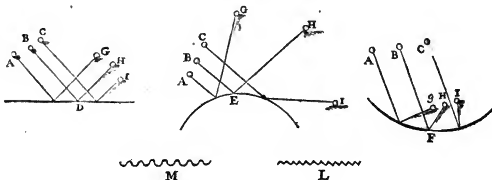
B & A versus pergere, licet non semper adeò accuratè rectà eò versus moveantur obstantibus scapis interjectis.

VIII. *Quid propriè sint isti radii: & quomodo infiniti à singulis illuminati corporis punctis exeant.*

Postquam itaque intelleximus; non esse tam motum, quàm actionem, sive propensionem ad motum, in corpore luminoso, id quod lucem illius nominamus; facile colligere possumus, radios hujus lucis nihil esse præter lineas secundum quas hæc actio tendit. Ita ut infiniti sint hujusmodi radii, qui ex singulis punctis corporis luminosi, ad singula illius, quod illuminant, diffunduntur; eodem prorsus modo quo concipere possumus innumeras rectas lineas, juxta quas actiones ex singulis punctis superficiei vini CDE tendunt versus A, & alias præterea innumeras, juxta quas actiones ex iisdem punctis manantes quoque feruntur ad B, non impediente alteram alterâ.

Porrò hi radii semper quidem exquisite recti concipi debent quotiescunque non nisi unum corpus pellucidum permeant, quod ubivis uniforme sit. At verò quoties alia quædam corpora offendunt, facile detorquentur, aut debilitantur, non secus ac motus pilæ aut lapidis in aërem missi, per ea quæ occurrunt. Quippe haud difficulter credi potest, actionem aut propensionem ad motum (quam jam dixi pro lumine habendam) iisdem legibus cum ipso motu obnoxiam esse. Atque ut satis accuratè hanc tertiam comparationem exequamur; consideremus, illa corpora quæ pila de manu jacta offendere potest, aut mollia, aut dura, aut liquida esse. Si mollia; qualia sunt lintea, arena, lutum; omnino supprimunt & sistunt illius motum. Si dura; sine mora aliorsum reverberant: idque non una ratione. Nam superficies illorum vel lævis & æqua est; vel scabra & aspera. Rursum quæ lævis; vel plana, vel curvata. Quæ aspera, scabredinem ducit, vel à diversimodè curvatis partibus quibus constat; quarum singulæ tamen ipsæ satis læves sunt: vel præterea à variis angulis seu punctis, vel ab hujusmodi partibus, quæ mollitie & duritie discrepant, vel ab earumdem motu, qui mille modis variari potest. Et notandum, pilam extra motum suum, simplicem illum ac regularem quo de loco ad locum fertur, insuper secundi cujusdam capacem esse, quo scilicet circa centrum rotatur; itidem celeritatem motus hujus posterioris, diversas posse habere proportiones ad velocitatem illius prioris. Itaque quum aliquot pilæ ab eadem parte profectæ, superficiem corporis alicujus lævem offendunt, æqualiter & eodem ordine resiliunt; adeò ut si superficies

exactè plana sit, eandem inter se distantiam servent, quâ ante occursum sejungebantur. Ast si promineat superficies illa, vel retrocedat, pilæ quoque pro ratione illius curvaturæ, vel recedunt ab invicem, vel appropinquant. Vt hîc videmus pilas A, B, C, quæ



illisæ superficiei corporum D, E, F, resiliunt ad G, H, I. At si incurrant in superficiem asperam, quales sunt L, M, huc illuc repercussæ feruntur, singulæ pro situ loci illius, quem, in superficie tetigere. Atque extra hoc nihil in motus sui ratione mutant, quoties asperitas illius non nisi ex diversimodè inflexis partibus surgit. Sed illa etiam ex multis aliis causis oriri potest; & hac ratione efficere, ut pilæ quæ modo simplici & recto motu ferebantur, parte motus istius recti amissa, circularem illius loco recipiant; cujus variæ possunt esse proportiones ad residuum recti ejusdem motus, pro vario situ superficiei cui obviant. Atque hoc, qui pilæ lusu delectantur, abunde observant, cum nimirum illa impulsa pavimentum inæquale contingit, aut obliquo reticulo vibratur. Demum etiam consideremus; Pilam impulsam, quoties obliquo itinere in superficiem corporis liquidi incurrit, quod magis aut minus facile penetrat, quam illud unde processit, eam subeundo à recta via divertere, cursumque suum mutare. Vt si, exempli gratia, existentes in aëre juxta punctum A, illam B versus vibremus; recto quidem impetu ab A defertur ad B; nisi vel pondere, vel alia quadam causa detorqueatur; huc verò (ubi aquæ CEB superficiem pono) postquam devenit, facta declinatione, iterum per lineam rectam

rectam I versus tendit; quemadmodum ipsa etiam experientia docet.

Cogitemus itaque, eâdem ratione corpora dari, quæ dum luminis radiis percutiuntur, eosdem suffocant, & omne illorum robur frangunt; & hæc sunt, quæ nigra nominamus; nullum nisi communem cum tenebris colorem habentia. Dari etiam quæ reverberant, & quidem alia eodem, quo recipiunt ordine; hæc scilicet, quorum superficies, nitide polita, usum speculorum tam planorum quàm curvatorum præstare potest. Alia quæ confuse huc & illuc. Et rursum in iis alia hos radios repercutere, actione illa per nullam mutationem violata; hæc nempe quæ alba dicimus: Alia vero mutationem inducere, similem illi quam recipit motus pilæ, obliquo reticulo præstrictæ; & hæc sunt rubra, flava, cærulea, vel alio ejusmodi colore insignia. Equidem ego me posse explicare arbitror, & experientia duce demonstrare, in quo natura colorum consistat; sed id ipsum terminos hujus argumenti excedit.

IX. *Quid sit corpus nigrum: quid album. Item quid sit speculum: & quomodo specula tam plana quàm convexa radios reflectant. In quo consistat natura mediorum colorum.*

Et sufficit hoc loco nos monere; radios qui in corpora colorata, sed non polita, cadunt, quaquaversum semper resilire; licet ab una duntaxat parte progressos: Ut, quamvis ii qui incidunt in superficiem corporis albi A, B, non veniant nisi à funali C; tamen alii alio ita detorquentur, ut ubicunque posueris oculum, velut, exempli gratia, juxta D, plurimi semper radii occurrant ex singulis plagis hujus superficiei A B. Et insuper si supposueris, hoc corpus perquam subtile & tenue esse, chartæ instar aut lintei, ut lumini pervium pateat; licet oculus ad aversam funalis partem admoveatur, ut ad E, aliqui

X. *Quomodo colorata corpora radios reflectant; & quid sit refractio.*

tamen

tamen radii ab singulis hujus corporis particulis ad illum resilient. Denique etiam cogitemus; eâdem ratione radios detorqueri, quâ pilam diximus, quum obliquè in superficiem corporis liquidi diffunduntur, quod magis aut minùs facilè penetrant, quàm illud per quod ante manarunt; & hic se inflectendi modus, refractio in iis dicitur.

CAPUT SECUNDUM.

De Refractione.

1. *Quomodo fiat reflexio.*

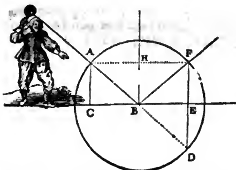
QVandoquidem deinceps necessarium erit, quantitatem hujus refractionis exactè nosse, & illa redditur intellectu facilior per comparationem quâ usi sumus; non alienum fore autumo, explicationem ejus hîc aggredi, & quædam de reflexione præmittere, quò facilior cognitio illius sit. Cogitemus itaque, pilam, ab A B versus actam, contingere in puncto B superficiem terræ C B E, quæ ejus progressui resistens illam retrocedere cogit. Sed videamus in quam partem. Ne autem novis difficultatibus implicemur, fingamus, terram exactè planam duramque esse: pilam etiam, sive descendat, sive ascendat, eâdem velocitate ferri; parum curantes qua vi agatur, cessante reticuli impetu; neglecto quoque omni effectu

magnitudinis, ponderis & figuræ. Isthæc enim attendere supervacuum fuerit, quum nihil eorum locum habeat in luminis actione, ad quam omnia hîc referri debent. Tantummodo notandum, vim illam, quæcunque demum sit, quæ motum nostræ pilæ producit, plane diversam ab ea esse, qua determinatur, ut potius huc quam illuc tendat. Ut perspicue palam est, reticuli impetum esse qui pilam movet; sed eundem potuisse ipsam versus alias partes movere, eadem facilitate qua versus B. Quum contra reticuli situs sit, qui illam

illam ita diſponit ut feratur ad B, & qui potuiſſet eodem modo diſponere, licet per aliam vim fuiſſet expulſa. Unde jam liquet, fieri poſſe, ut hæc pila per terræ occurſum detorqueatur, mutata ſcilicet diſpoſitione qua inclinabat ad B: permanente interea vi ſui motus, quum nihil commune habeant.

Hinc etiam planum, minime credendum eſſe, neceſſario pilam aliquo momento hærere in puncto B, priuſquam digrediatur ad F, juxta quorumdam Philoſophorum opinionem. Nam interrupto hoc motu exigua tantummodo mora, nulla exſtaret cauſa qua incitante vires reſumere poſſet. Obſervandum præterea, quemadmodum motus, & in univerſum omnia genera quantitatum, ita etiam hanc pilæ determinationem, poſſe dividi in omnes partes, quibus illam conſtare imaginamur. Et manifeſtum eſt attendenti, hanc qua pila deſcendit ab A ad B, mixtam ex duabus aliis concipi poſſe; quarum altera illam premit ab A F ad C E, altera eodem tempore, à ſiniſtra A C, dextrorſum propellit ad FE, ita ut hæ duæ junctæ, illam deducant ad punctum B, ſecundum rectam A B. Inde obvium quoque eſt, obſtantem terræ molem unam tantum harum diſpoſitionem impedire poſſe, alteram nullo modo. Sic poteſt quidem auferre eam, quâ ruebat pila ab A F ad C E, quum ſpatium ſubjectum totum occupet; ſed qua ratione reſiſteret alteri, qua dextrorſum ferebatur, cui hoc reſpectu nullatenus oppoſita eſt?

II. *Non eſſe neceſſe ut corpora mota, aliquo momento hæreant in illis à quibus reflectuntur.*



Vt accurate igitur inquiramus, ad quam partem pila illiſa debeat reſilire, deſcribamus circulum ex centro B, qui tranſeat per punctum A, & dicamus, ſpatio temporis eodem, quo progreſſa eſt ab A ad B, neceſſario illam à B ad aliquod punctum hujus circuli circumferentiæ reverti debere. Nam omnia puncta quæ eodem intervallo diſtant à B quo diſtat A, in hac circumferentia occurrunt; & pilæ motum jam ſupra æque velocem finximus. Tandem

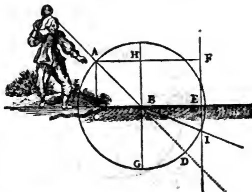
III. *Cur angulus reflexionis ſit æqualis angulo incidentiæ.*

dem ad designandum ipsum punctum, quod ex omnibus hujus circumferentiæ tangere debet, erigamus ad normam tres rectas, AC, HB, & FE, supra CE, hac ratione ut nec majus nec minus spatium interjaceat AC & HB, quam HB & FE: deinde dicamus, idem tempus quod pilam dextrorsum porrexit ab A, uno punctorum lineæ AC, usque ad B unum ex punctis lineæ HB, illam resilientem ab HB sistere debere in aliquo puncto lineæ FE. Non singula puncta hujus lineæ FE eâdem distantiâ hoc respectu ab HB remota sunt, & eâdem quâ singula lineæ AC, & ex priori dispositione tantumdem eo inclinat quantum antea. Iam eodem momento aliquod punctum lineæ FE, & simul aliquod circumferentiæ AFD, contingere nequit, nisi in puncto D vel F; Nam extra hæc duo nullibi mutuo secantur; terra autem obstante ad D progredi non potest; sequitur itaque illam necessario tendere debere ad F. Et sic manifestum est, qua ratione reflexio fiat, scilicet semper ad angulum æqualem illi, quem vulgo incidentiæ nominant; Ut si radius ex puncto A emanet in B, superficiem speculi plani CBE, resilit ad F, ita ut reflexionis angulus FBE, neque cedat, neque exsuperet magnitudine alterum illum incidentiæ ABC.

IV. *Quantum motus pilæ inflectatur cum linteum trajicit.*

Hinc progrediamur ad refractionem; & primo fingamus, pilam ab A ad B expulsam offendere, non terram, sed linteum CBE, tam tenue ut illud facillime forare, & impetu suo perrumpere possit, amissa tantum velocitatis suæ parte, ex.gr. dimidia. Quo posito ut cognoscamus, quam viam insistere debeat, consideremus denuo, motum illius non eundem esse cum dispositione qua potius huc quam illuc fertur; Unde sequitur, singulorum quantitates separatim examinandas. Consideremus itidem, ex duabus partibus, quibus hanc dispositionem constare scimus, alteram tantum per lintei occursum mutari posse; hanc scilicet quæ deorsum pilam agebat. Illa vero qua dextrorsum ferebatur, constans & inviolata manebit; nam linteum expansum hoc respectu nullo modo illi oppositum est. Deinde ducto circulo AFD ex centro B, & impositis CBE ad perpendiculum, tribus lineis rectis, AC, HB, FE, hac ratione, ut spatium interjacens FE, & HB, duplum illius sit quod est inter HB & AC; videbimus hanc pilam ituram ad punctum I. Quum enim perrumpendo linteum CBE, dimidiam suæ velocitatis partem amittat, duplum temporis ei impendendum est,
ut

ut infra ex B ad aliquod punctum circumferentiæ A F D pertingat, cjus quod insumsit superne, ut accederet ab A ad B. Et quum nihil ex dispositione, qua dextrorsum ferebatur, intereat, in duplo istius temporis quo à linea A C devenit ad H B, du-



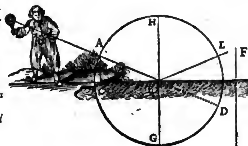
plum ejusdem itineris in eandem partem conficere debet, & consequenter accedere ad aliquod punctum rectæ F E, eodem momento quo accedit ad aliquod circumferentiæ circuli A F D. Quod factu impossibile foret, nisi progrederetur ad I. Nam in unico illo puncto recta F E, & circulus A F D, sub linteo sese invicem secant.

Fingamus jam, pilam, D versus ab A expulsam, offendere in puncto B non illud linteum, sed aquam; cujus superficies C B E, exquisite dimidiam velocitatis partem retundat, ut linteum paulo antea. Reliquis omnibus quemadmodum supra positis, videmus, pilam à B rectà tendere debere non ad D, sed ad I. Primo etenim certum est, superficiem aquæ eo versus illam detorquere eodem modo quo linteum, quum eodem modo illi opposita sit, & tantumdem illius roboris infringat. Corpus autem aquæ quod attinet, quo totum spatium à B ad I repletum est, licet magis aut minus resistat, quam aër supra ibidem locatus, non tamen sequitur, illud pilam magis aut minus detorquere; nam eadem facilitate ubivis dehiscens, non majori opera hac quam illac transitum permittit; saltem si (quod ubivis fecimus) fingamus, nec levitatem, nec pondus, nec figuram nec magnitudinem pilæ, nec aliam similem externam causam, cursum quem tenet immutare. — V. *Et quantum cum in aquam ingreditur.*

Et quidem hîc notari potest, tanto magis illam detorqueri per superficiem aquæ aut lintei, quo magis oblique in illam impingit, adeo ut si ad angulos rectos dirigatur, velut impulsa ab H ad — VI. *Cur refractio tanto sit major quanto incidentia*

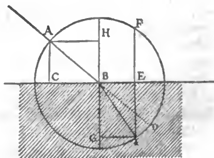
est obliquior: & nulla cum incidentia est perpendicularis. Et cur aliquando bombardarum pilæ versus aquam displosæ in eam non possint ingredi, sed versus aërem reflectantur.

ad B, ulterius in linea recta sine ulla declinatione progrediatur ad G. Sed si agatur secundum lineam qualis est AB, quæ vel superficiei aquæ vel lintei CBE tam oblique incumbant, ut linea FE ducta quemadmodum supra, circulum AD secare non possit, illam minime penetrabit, sed à superficie B resiliet in aërem L, eodem plane modo, acsi in terram incurrisset.



Quod nonnulli cum dolore experti sunt, quoniam animi gratia explosis in alveum rivi ex murali machina globis, obambulantes in adversa fluminis ripa vulnerarunt.

Sed aliam præterea suppositionem hîc assumamus; fingamus, pilam, actam ab A ad B, denuo inde impelli reticulo CBE, quod vim ejus motus augeat, ex. gr. una tertia parte, ut ita exin duobus momentis tantumdem spatii conficere queat, quantum antea confecit tribus. Hoc idem erit ac si offenderet in B puncto ejuscemodi corpus, cujus superficiem unâ tertiâ facilius quam aërem permearet. Et ex iis quæ demonstravimus sequitur manifeste, si describatur ut supra circulus AD, & rectæ, AC, AB, FE, hac ratione, ut distantia inter FE & HB una tertia minor sit quam illa, quæ inter HB & AC, punctum I, in quo recta FE, & circularis AD, sese mutuo secant, designaturum illum locum quem pila petet, digressa à puncto B.

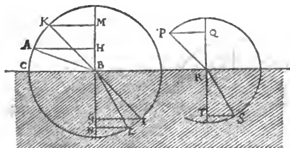


Quæ conclusio etiam inverti potest, dicique, pilam venientem secundum lineam rectam ab A ad B, in hoc autem puncto

cto à recto itinere divertentem, tendentemque inde ad I, indicio esse, vim qua intrat corpus CBI, talem esse ad illam qua erumpit ex corpore ACBE, qualis distantia quæ inter AC & HB, ad illam quæ inter HB & FI, hoc est, qualis linea CB ad BE.

Tandem vero quoniam lucis actio sequitur hac in re easdem leges, quas pilæ motus, dicendum, quoties radii illius obliquo motu ex pellucido corpore in aliud transferuntur, quod magis aut minus facile illos admittit, quam primum ibi ita detorqueri, ut semper minus inclinent in superficie quæ his corporibus est communis, ea parte in qua est illud corpus, quod eas facilius recipit, quam ea, in qua alterum positum est, idque exacte ea proportione, qua facilius prius, quam posterius, illos recipit. Notandum autem, hanc inclinationem metiendam esse per quantitatem rectarum CB vel AH, & EB vel IG, aut similium inter se collatarum; Non vero per quantitatem angulorum, quales sunt ABH, aut GBI; & multo minus per illam similium DBI, qui refractionis anguli dicuntur. Nam proportio horum angulorum, ad singulos inclinationum gradus mutatur; Illa vero linearum AH & IG, vel similium, eadem manet, in omni refractione, quæ ab eodem corpore venit. Vt ex. gr. Si radius aërem permeans ab A ad B, tacta in puncto B superficie vitri CBR, digrediatur ad I in hoc vitro: veniat deinde alius

VII. *Quantum radii refrangantur à pellucidis corporibus in quæ penetrant.*



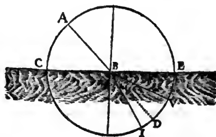
a K ad B, qui decedat ad L: tertius præterea à P ad R, qui abeat ad S: eadem ratio linearum KM & LN, aut QP & ST, esse debet ad invicem, quæ est linearum AH & IG, non autem eadem angulorum KBM & LBN, aut PRQ & SRT, quæ ABH ad IBG.

VIII. *Quomodo refractionum magnitudinem metiri oporteat.*

Ita jam cognovimus, qua ratione refractiones dimetiendæ ſint; Sed inſuper, ut omnino determinentur illarum quantitates, neceſſarium eſt ad experimenta deſcendere, quum proveniant ex particulari corporum conſtitutione in quibus fiunt. His autem ita ad eandem menſuram reductis, facillime & certiſſime talia experimenta ſumi poſſunt; nam ſufficit in unum radium inquirere, qui probe cognitus, reliquos omnes ejuſdem ſuperficiei prodet; nullumque errandi periculum adeſt, ſi præterea in aliis quibuſdam examinetur. Ut ſi velimus noſſe quantitatem refractionum quæ fiunt in ſuperficie CBR, ſeparante aërem AKP à vitro LIS, ſufficit examinare illam radii ABI, quærendo ſcilicet rationem lineæ AH ad IG. Sed ſi deinde errorem vereamur, idem in aliquibus aliis fieri debet, ut in KBL, aut PRS, & deprehenſâ eâdem proportione inter KM & LN, item inter PQ & ST, quam inter AH & IG, nulla de veritate rei dubitandi occaſio relicta erit.

IX. *Radios facilius trajicere vitrum quam aquam, & aquam quàm aerem. & cur id fiat.*

Sed mirum forſan videbitur hæc experimenta facientibus, in ſuperficiem, ubi refractio evenit, magis inclinari luminis radios, aërem permeantes, quam aquam, & adhuc magis aquam quam vitrum; contra omnino quam pila, quæ magis à parte aquæ quam à parte aëris in ſuperficiem interjectam inclinatur, & nullo modo in vitrum penetrat. Occurrat exempli gratia pila expulſa in aërem ab A ad B in puncto B ſuperficiei aquæ CBE; decedet inde ad V. aſt ſi radius loco pilæ contingit B, digredietur ad I. Quod tamen non miramur, ſi in mentem venerint quæ ſupra de natura luminis diximus: id ſcilicet motum quemdam eſſe, ſive actionem receptam in materia ſubtiliſſima, quæ aliorum corporum poros

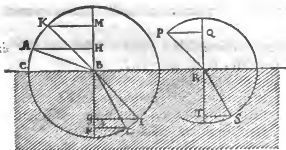


replet; ac præterea ſi conſideremus, pilæ plus ſuæ agitationis decedere, ſi incurrat in corpus molle quam ſi in durum; illamque facilius per menſam nudam, quam per eandem tapeto inſtratam devolvi. Nam eadem ratione hujus materiæ ſubtilis actio magis impeditur

ditur ab aëris partibus, quæ molles & male nexæ, non satis firmiter resistunt, quam ab illis aquæ, paulo validius obnitentibus; & magis adhuc ab his quam à partibus vitri aut crystalli. Sic quanto firmiores & solidiores exiguæ partes corporis alicujus pellucidi sunt, tanto facilius lumini transitum permittunt. Neque enim ut pila subiens aquam, ita & lumen, ut sibi transitus pateat, quasdam ex ejus partibus loco movet.

X.
Cur radiorum aquam subeuntium refractio æqualis fit radiorum inde exeuntium refractioni. Et cur id non fit universale in omnibus pellucidis corporibus.

Iam verò cum sciamus causam refractionum quæ fiunt in aqua, vitro & pellucidis cunctis aliis corporibus, circa nos undiquaque occurrentibus; observare debemus, refractiones semper ibi similes esse, intrante radio & exeunte. Vt si radius progressus ab A ad B, transeundo per aërem in vitrum à B declinet ad I, ille qui resi-



liet ab I ad B, itidem declinabit à B ad A. Interea tamen alia corpora exstare queunt, præsertim in cœlo, ubi refractiones ex aliis causis ortæ non ita reciprocantur.

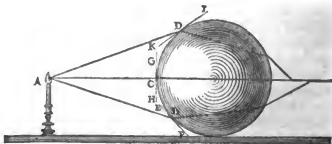
XI.
Radios aliquando incurvari posse, nec tamen ex eodem pellucido corpore exire.

Atque etiam potest contingere ut radii incurventur, licet unum tantummodo corpus pellucidum permeent, quemadmodum interdum pilæ motus incurvescit, quoniam illa suo pondere horsum fertur & aliorsum, per vim qua vibratur, aut ob multas alias causas. Nam confidenter tres illas comparationes quibus usi sumus, tum idoneas profiteri ausim, ut singula quæ in iis notantur, commodè ad similia quædam, ad lumen pertinentia, referri possint: nobis autem illa tantùm explicare animus fuit, quæ præsenti argumento maximè inserviunt.

XII.
Quomodo fiat refractio in singulis

Neque vos diutiùs hîc morabor, ubi monuero, curvas superficies corporum pellucidorum, radios, per singula puncta transeuntes, eodem

curvarum superficierum punctis. eodem modo detorquere, quo planæ, in iisdem punctis illas contingentes, detorquerent. Sic ex. gr. refractio radiorum, A B, A C, A D, qui venientes à lumine A incidunt in superficiem gibbam globi crystallini B C D, eodem modo considerari debent, acsi



A B incideret in superficiem planam E B F, & A C in G H C, & A D in I D K, & ita alii. Vnde patet, hos radios diversimodè vel colligi vel dispergi posse, prout à superficiebus diversimodè curvatis excipiuntur. Sed jam tempus est delineationem structuræ oculi ordiri, ut intelligamus, quomodo radii illam ingressi disponantur ad sensum visionis efficiendum.

CAPVT TERTIVM.

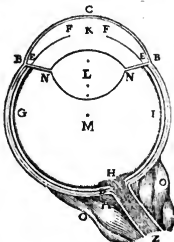
De Oculo.

I. *Membranam, vulgo retinam dictam, nihil aliud esse quam nervum opticum.*



SI qua arte posset oculus ita secari, plano per mediam pupillam transeunte, ut nullus ex eo liquor efflueret, nec ulla pars loco moveretur, talis ejus sectio appareret, qualem hæc figura repræsentat. A B C B est membrana satis crassa & dura, componens quoddam veluti vas, receptaculum omnium partium interiorum. D E F est membranula tenuior, intra priorem aulæi instar expansa. Z H nervus vulgò opticus dictus, ingenti numero parvorum capillamentorum compositus, quorum extrema per totum spatium G H I diffunduntur, ubi innumeris exiguis venis atque arteriis mixta, speciem quandam carnis tenerrrimæ componunt, quæ tertiæ membranulæ instar totum interius secundæ fundum tegit.

git. K, L, M, tres sunt liquores valde pellucidi, totas has tuniculas distendentes, figurâ quâ singulos hîc delineatos videmus.



Et experientia me docuit, medium L, qui crystallinus humor dicitur, præterpropter eamdem refractionem producere quam vitrum aut crystallus, & duos reliquos paulo minorem, fere qualem aqua communis. unde fit ut facilius medius quàm reliqui duo, & adhuc facilius hi quàm aër, luminis radios admittant. In priori membranâ pars BCB pellucida est, & magis gibba quàm residuum. In alterâ superficies interior partis EF, fundum oculi respiciens, tota obscura & nigra est, habetque in medio anterioris partis rotundum foramen exiguum, foris respicientibus nigerrimum apparens, quod pupillam appellamus.

II. *Quales sint refractiones ab oculi humoribus productæ.*

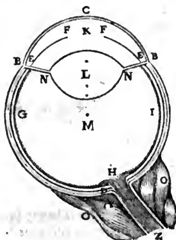
Non autem semper eadem magnitudine patet hic hiatus; Sed EF pars secundæ membranulæ in qua est, liberrime innatans liquidissimo humori K, speciem exigui musculi habet, qui diducitur, aut contrahitur, prout objecta, quæ contuemur, vel proprius vel longius absunt, vel magis aut minus illuminantur, vel prout magis aut minus curiose illa contemplari animus est. Et fidem huic rei pueri oculus cuivis dubitanti astruere poterit. Nam si jusseris ut vicinum aliquod objectum attentè respiciat, videbis aliquantò arctiùs pupillam ejus contrahi, quàm si aliud multò remotiùs & non majori luce illustratum ipsi respiciendum proponas. Et deinde si feceris ut idem objectum in quod respicit, nunc minori, nunc majori luce refulgeat, clausis scilicet vel apertis fenestris cubiculi in quo erit, animadvertes, pupillam fieri eò angustiorem, quò majori luce perstringetur. Ac denique si ad eandem lucem, idem corpus ex eodem loco iste puer inspiciat, minori ambitu patebit ejus pupilla, dum conabitur accuratè minutissimas illius partes agnoscere, quàm dum quasi aliud agens vagis oculis integrum apprehendet.

III. *In quem usum pupilla coarctetur & dilatetur.*

IV. *Motum istum pupillæ voluntarium esse.*

Et observandum, hunc motum voluntarium esse dicendum, licet ut plurimum à nobis ignorantibus peragatur; neque enim ob hoc minùs dependet, aut minùs sequitur ex voluntate quam habemus bene videndi. Quemadmodum labiorum & linguæ motus, pronuntiationi inserviens, voluntarius dicitur, quoniam loquendi voluntatem sequitur; licet sæpissime ignoremus, qualem singulæ literæ requirant.

V. *Humorem crystallinum esse musculi instar, qui totius oculi figuram mutare potest: & filamenta, processus ciliares dicta, illius esse tendines.*



EN, EN, sunt plurima filamenta nigra, undiquaque amplexa humorem L, & orta ex membrana secunda, inde ubi tertia terminatur, quæ speciem perexiguorum tendinum præ se ferunt, & eorum ope hic humor, pro intentione, quâ visus noster in res propinquas aut longè dissitas fertur; mox in majorem gibbum curvatus, mox magis in planum porrectus, totam oculi figuram nonnihil immutat. Quod etiam experientia constat. Nam si intentiùs contemplanti turrim aut montem procul remotum, scriptum aliquod ante oculos prope apponatur, nullam literam nisi confuse dignoscere poterit, antequam eorum figura paululum fuerit immutata. Denique O O, sunt sex aut septem musculi extrinsecus oculo affixi, quorum ope quaquaversum moveri potest, & fortè etiam pressus aut revulsus quoad figuram immutari solent. Plura circa hanc materiam notari solent, & Anatomicorum libros augere, quæ de industria hîc omitto; quoniam jam dicta sufficere arbitror, ad explicandum quidquid facit ad nostrum argumentum; & quia reliqua quæ ad hoc non juvarent, ab iis quæ juvare possunt animadvertendis cogitationes nostras avocarent.

C A-

CAPUT QUARTUM.

De ſenſibus in genere.

I. *Animam ſentire, non corpus; idque quatenus eſt in cerebro, non quà alia membra animat.*

Æterum hic quædam de ſenſibus in genere ſubjungenda ſunt, ut feliciùs deinceps viſionis explicatio procedat. Omnibus jam conſtat, animam eſſe quæ ſentit, non corpus. Videmus enim, quoties illa vel ecſtaſi, vel altâ contemplatione diſtracta, velut extra corpus ponitur, hoc totum torpidum ſine ſenſu ſtupere, quæcunque etiam objecta admoveantur. Nec magis obſcurum eſt, illam non propriè ſentire quatenus eſt in organis ſenſuum exteriorum, ſed quatenus in cerebro, ubi illam facultatem exercet, quam nuncupant ſenſum communem. Sic vulnera & morbi quæ cerebrum lædunt, in univerſum omnes ſenſus tollunt, quum corpus interea nihilominus animatum ſit.

II. *Ipſam nervorum ope ſentire.*

Scimus etiam, illam impreſſionem quâ objecta partes corporis externas afficiunt, non niſi per interpoſitos nervos uſque ad animam pervenire. Nam varia ſunt affectuum genera, quæ licet unico tantummodo nervo noxia ſint, omnem ſenſum illarum partium corporis tollunt, per quas male affecti nervi rami ſparguntur; integro interea ſenſu reliquarum.

III. *Interiorem iſtorum nervorum ſubſtantiam ex multis tenuiſſimis capillamentis conſtare.*

Vt autem uberiùs cognoſcamus qua ratione anima, in cerebro reſidens, per nervos interjectos impreſſionem corporum externorum recipiat, tria in iis diſtinguenda occurrunt. Primò membranulæ quibus involvuntur, ex cerebrum circumdantibus tunicis ortæ, quæ multis ramis in modum tubulorum diffuſæ aliæ aliò per totum corpus ſparguntur, eodem modo quo arteriæ & venæ. Deinde ſubſtantia illorum interior, quæ in tenuiſſima quædam veluti capillamenta diviſa, per tubulorum iſtorum longitudines, à cerebro unde deſcendit, uſque ad membrorum extrema, quibus abhæret, porrigitur; adeò ut in ſingulis tubis multa hujuſmodi capillamenta, non dependentia ab invicem, imaginari debeamus. Poſtremo ſpiritus animales, qui inſtar venti, aut aëris ſubtiliſſimi, ex ventriculis ſeu cavis cerebri progreſſi, per eoſdem tubos ad muſculos evehuntur.

IV. *Eoſdem eſſe nervos qui ſenſibus & qui motibus inſerviunt.*

Fatentur quidem Medici & Anatomici, hæc tria in nervis reperiri: uſum autem eorundem à nemine bene diſtinctum novi. Quum enim viderent, non tantùm ſenſui, ſed & motui membrorum ner-

vos inservire, & contingere interdum paralyses, quæ, sensu integro remanente, motum tollerent; modò duo eorum genera fecerunt, quorum alterum soli motui, alterum solis sensibus assignarunt; modo sentiendi facultatem in membranulis collocarunt, & movendi vim in substantia interiore. Quibus cunctis tam ratio, quàm experientia reclamat. Quis enim nervum aliquem notavit unquam motui inservientem, qui non simul alicui sensuum inserviret? Et quomodo si ex membranis dependeat sensus, diversæ objectorum impressiones per eas in cerebrum penetrarent?

V.

Spiritus animales in istorum nervorum membranis contentos membra regere; substantiam illorum internam sensibus inservire: & quomodo ope nervorum fiat sensus.

Evitandarum itaque harum difficultatum causâ, credendum est; spiritus per nervos in musculos dilapsos, eorumque mox hunc mox illum, magis, aut minùs inflantes, prout largius aut parciùs à cerebro subministrantur, motum omnium membrorum efficere: & capillamenta exigua ex quibus interior nervorum substantia componitur, sensibus inservire. Et quoniam hoc loco non necessarium de motu loqui, nobis sufficit advertere, exigua illa capillamenta, inflatis tubulis, ut diximus, & assiduo spirituum affluxu expansis inclusa, non collidi, neque sibi invicem obstare, atque ad extremitates omnium membrorum porrigi; quæ aliquo modo sentire possunt; adeo ut si levissimè tantùm pars illorum impellatur, cui adhæret aliquis nervorum, eodem etiam momento illa cerebri pars moveatur, ex qua nervus ille descendit; quemadmodum si alterum extremum restis distensæ tangas, alterum etiam ipso momento commovetur. Quum autem hæc capillamenta, tubulis ita circumdata, procurrant, quos spiritus semper paululum inflant & distendunt, nullo negotio intelligimus, licet essent multò tenuiora quàm bombycum fila, & imbecilliora quàm araneorum; tamen à capite ad remotissima membra sine ullo ruptionis periculo posse descendere; neque diversos membrorum situs motum illorum impedire.

VI.

Ideas quas sensus externi in phantasiam mittunt, non esse imagines objectorum; aut saltem opus non esse ut eis similes sint.

Observandum præterea, animam nullius imaginibus ab objectis ad cerebrum missis egere ut sentiat, (contrà quàm communiter Philosophi nostri statuunt) aut ad minimum longè aliter illarum imaginum naturam concipiendam esse quàm vulgò fit. Quum enim circa eas nil considerent, præter similitudinem earum cum objectis quæ repræsentant, non possunt explicare, qua ratione ab objectis formari queant, & recipi ab organis sensuum exteriorum, & demum nervis ad cerebrum transvehi. Nec alia causa imagines istas fingere eos impulit, nisi quod viderent, mentem nostram efficaci-

ficaciter pictura excitari ad apprehendendum objectum illud, quod exhibet: ex hoc enim judicarunt, illam eodem modo excitandam, ad apprehendenda ea quæ sensus movent, per exiguas quasdam imagines in capite nostro delineatas. Sed nobis contra est advertendum, multa præter imagines esse, quæ cogitationes excitant; ut, exempli gratiâ, verba & signa, nullo modo similia iis quæ significant. Et licet concedere possimus, (ut quantum fieri potest, receptam opinionem sequamur) objecta quæ sentimus, vere in cerebro nostro adumbrari; ad minimum notandum erit, nunquam imaginem omnino similem esse objecto quod repræsentat; nam aliàs nullum inter hoc & illam discrimen foret; sed rudem similitudinem sufficere: & sæpe etiam perfectionem imaginum in hoc consistere, ut non assimilentur quantum possent. Quemadmodum videmus, icones illas quæ à typographis in libris excuduntur, etsi nihil extra paulum atramenti chartæ huc illuc ingestum habeant, sylvas, urbes, homines, dispositas acies, & tempestates nobis repræsentare; & tamen ex innumeris qualitatibus horum objectorum, quas cogitationi nostræ exhibent, nullam esse præter figuram, cujus revera similitudinem referant. Atque etiam hanc similitudinem valde esse imperfectam, cùm in superficie plana, corpora diversimodè surgentia aut subsidentia exhibeant; &, secundùm regulas scenographiæ, melius sæpe circulos repræsentent per ellipses, quam per alios circulos; & quadrata per rhombos, quam per alia quadrata; & ita de cæteris. adeo ut sæpius ad absolutam imaginis perfectionem, & adumbrationem objecti accuratam, dissimilitudo in imagine requiratur.

VII. Diversos motus tenuium unius cujusque nervi capillamentorum sufficere ad diversos sensus producendos.

Eodem igitur modo imagines in cerebro nostro formatæ, considerandæ sunt, & notandum, tantummodo quæri, quâ ratione animam moveant, ad percipiendas diversas illas qualitates objectorum è quibus manant, non autem quomodo ipsæ iis similes sint. Ut quum cæcus noster varia corpora baculo suo impellit, certum est, ea nullas imagines ad cerebrum illius mittere, sed tantum diversimode movendo baculum, pro variis qualitatibus, quæ in iis sunt, eadem opera manus etiam nervos diversimode movere, & deinceps loca cerebri, unde ii descendunt: cujus rei occasione mens totidem diversas qualitates in his corporibus dignoscit, quot varietates deprehendit in eo motu, qui ab iis in cerebro excitatur.

CAPUT QUINTUM.

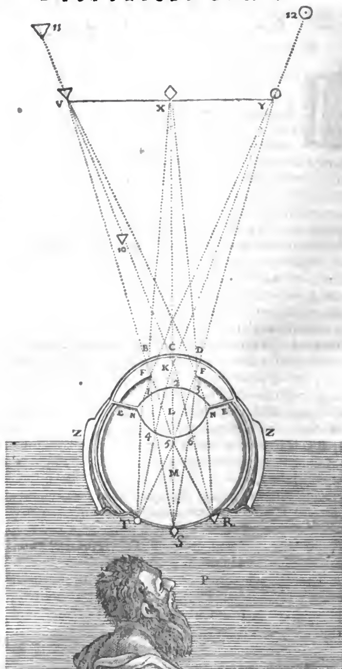
De Imaginibus quæ formantur in fundo oculi.



Anifestè itaque videmus, non opus esse ad sentiendum, ut anima contempletur ullas imagines, quæ reddant id ipsum quod sentitur. Sed hoc interim non impedit, quo minus objecta quæ contuemur satis perfectas in oculi fundo repræsentent; ut ingeniose à quibusdam explicatum est, per comparationem earum quæ in cubiculo apparent si lumini, inde excluso, non nisi unicus aditus concedatur per exiguum foramen vitrea lente clausum, & albo panno ad debitum intervallum radii ingressi excipiantur. Nam oculi vice hoc conclave fungi aiunt, foramen pupillæ, vitrum crystallini humoris, seu potius omnium illarum oculi partium, quæ refractionem aliquam efficiunt; & pannum, ejus tuniculæ interioris, retinæ dictæ, quam extremitates nervi optici componunt. I. *Comparatio istarum imaginum cum iis quæ in obscuro cubiculo conspiciuntur.*

Omnia tamen magis explorata & certa erunt, si evulsum recens defuncti hominis, aut, si illius copia non sit, bovis vel alterius magni alicujus animalis oculum ita fecerimus, ut ablata ea parte trium ejus membranarum quæ cerebro obversa est, satis magna pars humoris M appareat nuda, nec tamen iste humor effundatur, sed contineatur charta, vel ovi putamine, vel alia quavis materia alba, & tam tenui, ut quamvis non sit pellucida, omnem tamen luminis transitum non excludat, qualis hic exhibetur versus S T R; huncque oculum foramini asseris ad id facti quale est Z Z sic immittamus, ut ejus pars anterior B C D, respiciat aream variis objecta Sole illustrata, ut V X Y, sustinentem, posterior autem ubi est corpus album R S T, respiciat conclave interius P, quod, totum tenebrosum, nullum lumen recipere debet, præter illud quod intrat per oculum, cujus omnes partes à C ad S sunt pellucidæ. Hoc enim ita parato, si respiciamus in corpus album R S T, non sine voluptate, & forsan etiam admiratione, picturam quandam in eo videbimus, omnia objecta, extra cubiculum ad V X Y posita, scite satis imitantem: Modo tamen omnia sic administrentur, ut iste oculus naturalem suam & objectorum distantiæ debitam figuram quam proxime retineat; nam si paulo magis prematur quam illa requirit, statim confusior imago apparebit. II. *Explicatio istarum imaginum in oculo animalis mortui.*

Estque



11
12
V
X
Y
10
B
C
D
K
F
F
L
N
N
E
E
Z
Z
4
5
6
M
T
R
S
P

III. *Hujus oculi figuram paulo longiorem esse reddendam, cum objecta propinqua sunt, quam cum sunt remota.*

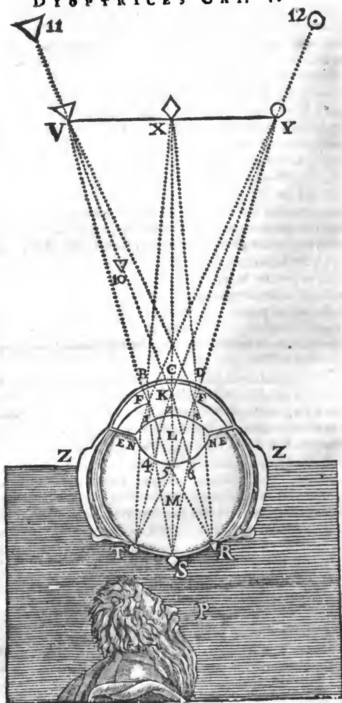
Estque hîc observandum, paulo validius illum esse comprimendum, & figuram ejus reddendam oblongiorem, si objecta appareant ex propinquo, quam si magis removeantur. Sed hujus imaginis delineatio uberius explicanda est: nam eadem opera multa discemus, quæ ad visionem pertinent.

IV. *Multos in hunc oculum radios ab unoquoque objecti puncto ingredi. omnes illos qui ab eodem puncto procedunt, in fundo oculi congregari debere circa idem punctum: figuramque suam in hunc finem esse collocandam: diversorum radiorum puncta ibidem in diversis punctis congregari debere.*

Primo igitur advertamus, ex singulis punctis objectorum V X Y, tot radios, penetrantes ad corpus album R S T, in oculum manare, quot, pupillæ hiatus recipere potest, & omnes ex eodem puncto digressos, permeando superficies B C D, 123, & 456, ea ratione incurvari, ut iterum præterpropter in eodem puncto concurrere possint, secundum ea quæ tam de refractionum quam de trium humorum K L M natura diximus. Et quidem ut imago, de qua hîc agimus, omnibus numeris absoluta sit, ea trium harum superficierum figura requiritur; quæ omnes radios ex eodem puncto delapsos, quantum fieri potest, in eodem puncto corporis albi R S T recolligat. Ut hîc videmus radios venientes ex puncto X, congregari omnes in puncto S. ex V in R. & ex Y in T. Et præterea, nullum radium venire ad S, nisi ex puncto X; nec ullum fere ad R, nisi ex puncto V; nec ad T, nisi ex puncto Y; & ita de reliquis.

V. *Quomodo colores videantur per chartam albam, quæ est in fundo istius oculi. Imagines quæ ibi formantur, similitudinem objectorum referre.*

Quibus animadversis, si recordemur eorum quæ generatim supra audivimus de coloribus & lumine, atque etiam in particulari de corporibus albis, facile intelligemus, quam ob causam inclusi cubiculo P, & oculorum aciem in corpus album R S T dirigentes, effigiem objectorum V X Y ibi videamus. Nam primo certum est, lumen (hoc est actionem, qua Sol, aut aliud corpus luminosum, materiam quandam subtilissimam, quæ in omnibus pellucidis corporibus reperitur, propellit) missum ad R, ab objecto V, quod rubrum exempli gratia fingamus, (id est, ita dispositum, ut ejus occasione hujus materiæ subtilis particulæ, præter motum rectum assumant etiam circularem circa proprium centrum; inter quem & rectum ea proportio sit, quæ requiritur ad sensum rubri coloris efficiendum) cum corpori albo in R occurat, (id est, ejuscemodi corpori, ut quaquaversum materiam istam subtilem, modo quo movetur non mutato, repellat) inde ad oculos nostros resilire per poros hujus corporis, quod in eam rem tenue & lumini non plane impervium admovi-


11
12
V
X
Y
10
B
C
D
F
K
F
L
EN
NE
Z
Z
4
5
6
M
T
S
R
P

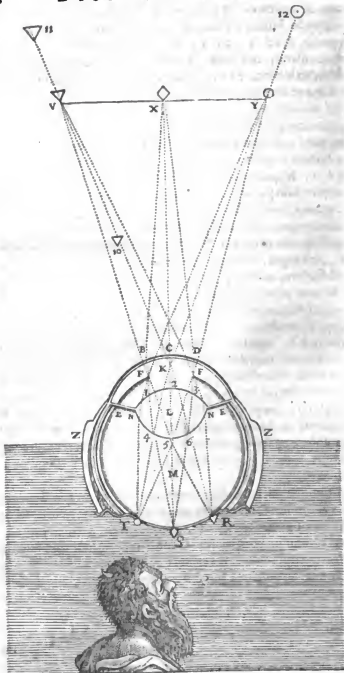
movimus, & ita efficere ut punctum R rubri coloris videatur. Eodemque modo lumen rectum ad S, ab objecto X, quod luteum esse suppono, & ad T, ab Y, quod suppono cæruleum, & inde ad oculos nostros provectum, S luteo, & T cæruleo colore tinctum debet exhibere. Et sic tria puncta R S T, cum eundem inter se ordinem, eundemque colorem retineant, quem tria altera V X Y, iis exacte similia sunt.

Hujus autem picturæ perfectio ex tribus maxime dependet: nempe ex eo quod per hiatum pupillæ plures radii à singulis corporum punctis intrent, quemadmodum hîc, XB 14 S, XC 25 S; XD 36 S, & quotquot præterea inter eos possumus imaginari, eo veniunt ex solo puncto X. Deinde ex eo quod hi radii sic in oculo refringantur, ut ex diversis punctis digressi, præterpropter in totidem aliis corporis albi R S T reddantur. Postremo ex eo quod cum capillamenta exigua E N, & superficies interior membranulæ E F, sint nigra, itemque cubiculum P sit omni ex parte clausum & obscurum, nullumque aliunde lumen eo accedat, quod actionem radiorum promanantium ab objectis V X Y turbare possit. Nam si ea pupillæ angustia foret, ut unos solummodo radios ex singulis objecti punctis acciperet, atque remitteret ad singula puncta corporis R S T, non satis virium in iis esset, ut inde in cubiculum P ad oculum nostrum deferrentur. Pupilla vero laxiore existente, siquidem nulla in oculo refractio fieret, radii à singulis punctis objecti eo venientes, per totum spatium R S T spargerentur; adeo ut, exempli gratia, tria puncta V X Y, tres radios mitterent ad R, qui una inde ad oculum nostrum resilientes, punctum illud R mixto quodam colore ex flavo, rubro, & cæruleo, exhiberent, atque simile punctis S & T; ad quæ itidem puncta V X Y singulos radios mitterent.

VI. Quomodo pupillæ magnitudo istarum imaginum perfectioni inserviat.

Idem quoque propemodum eveniret, si refractio quæ fit in oculo major aut minor foret, quam magnitudo illius requirit. Major enim radios, emanantes ab X, antequam progrediantur, ad S colligeret, velut in puncto M. Contra vero minor non nisi illud prætervectos cogeret ex. gr. versus P; atque ita tangerent corpus album R S T in plurimis punctis, ad quæ eodem modo alii radii ex aliis objecti partibus ferrentur. Postremo nisi corpora, E N, E F, nigra forent, hoc est ita comparata, ut lumen exceptum non remittant, sed extinguant, radii à corpore albo R S T, eo reflexi, inde

VII. Quomodo etiam eodem inserviat refractio quæ fit in oculo, & obstitura esset si major foret aut minor quam re ipsa est.


11
12
V
X
Y
10
B
C
D
F
K
F
1
2
3
E
N
L
N
E
Z
Z
4
5
6
M
T
R
S

inde reverti possent, qui venirent à T versus S & R; qui ab R, versus T & S; & qui ab S, versus R & T: & hoc modo alter alterius actionem turbaret; quod etiam facerent radii resilientes ex cubiculo ad RST, si alio lumine illustraretur, quam illo quod objecta VXY eo mittunt.

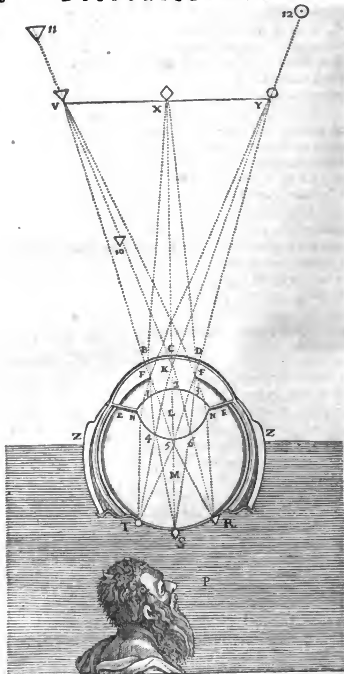
VIII. *Quomodo internarum istius oculi partium nigredo, & cubiculi obscuritas in quo istæ imagines conspiciuntur, eodem etiam inserviat: cur nunquam adeo perfecta sint in suis extremitatibus atque in medio: & quomodo intelligi debeat quod vulgo dicitur, visionem fieri per axem.*

Sed cognitis iis quæ ad hujus picturæ perfectionem conferunt, operæ pretium etiam est ejus defectus intueri. Horum primus & maximus est, nulla ratione oculum, qualemcunque figuram habeat, radios omnes ex diversis punctis missos, in aliis totidem colligere posse, sed multum agere si tantummodo omnes ab uno puncto venientes, velut ab X, in alio quodam sistat, velut in S, quod medium est posterioris oculi partis; quod cum fit, non nisi pauci eorum qui veniunt ex puncto V, coire possunt accuratè in puncto R, aut ex Y accuratè in T, & reliqui necessariò nonnihil inde abscedunt, ut postmodum explicabimus. Atque hinc extremitates hujus imaginis nunquam tam distinctè quàm medium apparent; quemadmodum satis notarunt, qui circa Optica commentati sunt. Hoc enim est quod dixerunt; visionem potissimum fieri secundùm axem, hoc est secundùm lineam rectam, per centrum crystallini humoris & pupillæ protensam, qualis hîc est linea XKLS, axis visionis iis dicta.

IX. *Amplitudinem pupillæ, dum colores vividiores facit, figuras minus distinctas reddere; ac proinde mediocrem tantum esse debere. Objecta quæ sunt à latere illius ad cujus distantiam oculus dispositus est, ab eo remotiora aut propiora, minus distincte in eo repræsentari, quàm si æquali propè distantia abessent.*

Hîc autem observemus, quo major pupillæ hiatus est, eò magis radios venientes, exempli gratia ex puncto V, circa punctum R dispergi, & ita quantum hæc laxitas colorum vim & nitorem intendit, tantum detrahit ex accurata lineamentorum picturæ distinctione; ideoque non nisi mediocris esse debet. Notemus præterea, hos radios magis circa punctum R dispersum iri, quam jam sparguntur, si punctum V, unde manant, propiùs oculo adjaceret, ut si esset in 10, aut longiùs ab eodem distaret, ut si esset in 11, non mutato interim puncto X, ad cujus distantiam oculi figuram suum commensum habere suppono: Ideoque imaginis hujus partem R obscuriorem adhuc essent reddituri. Quorum omnium demonstratio nobis aperta erit, quum ulterius progressi videbimus quam figuram corpora pellucida requirant, ad radios ex aliquo puncto delapsos in alio quodam post transitum colligendos.

 Reli-



11
12
V
X
Y
10
B
C
D
F
K
F
L
E N
N E
Z
Z
M
T
R
S
P

Reliquæ autem hujus picturæ imperfectiones in eo sunt, quòd semper inversa appareat, hoc est, contrario planè situ quàm obtinent corpora quæ imitatur; & quod præterea ejus partes aliæ magis, aliæ minus contrahantur, pro varietate situs & intervalli rerum quas exhibent; eodem fere modo, quo in scenographicâ tabulâ fieri solet. Ita hîc manifestè videmus, T quod ad sinistram, Y quod ad dextram, reddere; & R quod ad dextram, V quod ad sinistram. Et præterea imaginem corporis V non plus spatii occupare in R, quàm occuparet illa corporis 10, minoris quidem, sed magis propinqui; nec minùs quàm illa corporis 11, quod majus, sed longiùs remotum est, nisi forsan eo ipso quòd magis distincta sit. Et postremò videmus, lineam V X Y, quæ recta est, exprimi per curvam R S T.

X. *Imagines istas esse inversas, figurasque illarum mutari aut contrahi, pro ratione distantiæ aut situs objectorum.*

Ita considerata hac imagine in oculo mortui vel hominis vel bestiæ, & rationibus perpensis, dubitare non possumus, quin similis quædam exprimatur in membrana interiore oculi viventis hominis, in cujus locum corpus album R S T substituimus; atque etiam quin longè meliùs ibidem depingatur, quum spiritibus referti humores magis pelluceant, & figuram, huic operi debitam, exactiorem habeant. Et quod ad bovis oculum attinet, fortè etiam in eo pupillæ figura, quia non rotunda, imaginis perfectioni nonnihil obstat.

XI. *Imagines istas perfectiores esse in oculo animalis vivi quàm mortui: & in oculo hominis quàm bovis.*

Nec magis ambigere possumus, imagines albo panno in tenebroso cubiculo exceptas, eodem modo quo in oculi fundo formari, & ob easdem rationes. Sed cùm multo majores & pluribus modis ibi fiant, quàm in oculo, multa particularia commodiùs in iis observantur; quorum hîc monere animus est, ut quilibet illa possit experiri, si nondum hactenus expertus est. Primò itaque si nullum vitrum foramini per quod radii cubiculum illud ingredi debent, apponatur; modò ne sit nimis latè patens, imagines quidem in panno apparebunt, sed imperfectæ admodum, & confusæ, & tanto magis, quanto latiùs patuerit foramen. Et quo major erit distantia inter illud & linteum, eo quod majores imagines erunt; ita ut magnitudinis illarum eadem fere sit ratio ad hoc intervallum, quæ magnitudinis corporum à quibus illæ fluunt, ad spatium ipsa objecta & foramen idem interjacens. Vt si A B C sit objectum, D foramen, E G F imago, qua-

XII. *Illas quæ apparent ope lentis vitreæ in cubiculo obscuro, ibi eodem modo atque in oculo formari: & in iis experimentum capi posse multorum, quæ hic dicta confirmant.*

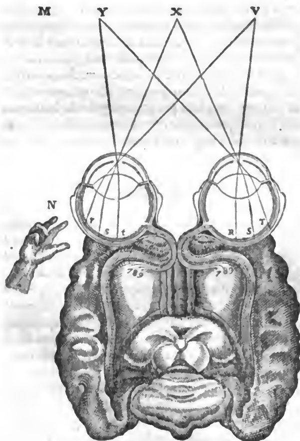
quale est A B ad C D, tale erit E G ad FD. Postea vitrea lente huic foramini immissa, observandum, certam quandam distantiam determinatam esse; ex qua si objecerimus pannum, simulacra lucida atque admodum distincta refulgent; simul ac verò paululum accedimus ad vitrum, aut ab eodem recedimus, statim ea turbantur, & minus distincte apparent. Hæc autem distantia dimetienda erit, non secundùm spatium quod linteum & foramen intercedit, sed secundùm illud quod linteum & vitrum: ut quantum hoc vitrum ulteriùs promoveris, aut introrsum ad te reduxeris, tantum simul & linteum vel adducere vel removere oporteat. Pendetque hæc distantia, partim ex figura hujus vitri, & partim ex spatio quod illud & res objectas interjacet: nam licet eodem loco hæ maneant, quo minùs superficies vitri erunt incurvatæ, eo longiùs hoc linteum removendum; & eodem vitro manente, accedentibus propius objectis, paullò magis linteum removendum erit, quam si longiùs eadem abessent. Atque ex hac distantia, imaginum oritur magnitudo, eodem fere modo quo tum, quum nullum foramini vitrum applicatur. Fieri autem illud foramen majus potest, si vitro inserto obturetur, quàm si apertum & vacuum relinquatur; imaginibus ob id non minus distinctis: Et quo erit majus, eo simulacra nitidiora atque illustriora videbuntur: adeo ut si partem vitri tegas, magis quidem obscura quàm antea debeant apparere, sed non idcirco minùs spatii in panno occupare. Et quo majora & lucidiora hæc simulacra sunt, eo perfectiùs videntur: adeo quidem, ut si oculum admodum profundum struere possemus, cujus pupilla esset valde ampla, & in quo superficies refractionem efficientes figuram haberent, quæ huic magnitudini responderet, eo ampliores objectorum corporum imagines in ejus fundo exprimerentur. Et si duas aut plures lentes vitreas parum convexas jungamus, idem ferè efficient quod una, quæ ad eandem crassitiem, quam illæ omnes simul sumptæ, intumescet; hîc enim exigui momenti est superficierum numerus, in quibus re-

fra-

fractiones fiunt. Aſt ſi ex certo intervallo hæc vitra ab invicem removeamus, ſecundum eriget imaginem, quam primum invertit, tertium iterum invertet, & ita porrò. Quorum omnium ratio manifeſta eſt ex iis quæ ſupra audivimus, & quidem majus operæ pretium erit, mediocri meditatione illam inquirenti, quam obiter ſingula fuſiùs hîc enarrata legenti.

XIII. *Quomodo hæ imagines ab oculo in cerebrum tranſeant.*

Cæterum corporum ſimulacra, non tantùm in ima oculi parte formantur, ſed ulteriùs quoque ad cerebrum penetrant; quod facilè intelligemus, ſi cogitemus, radios ab objecto V in oculum ve-



nientes, contingere in puncto R, extremum alicujus ex capilla-

l mentis

mentis nervi Optici, quod oritur è regione 7 superficiei interioris cerebri 7, 8, 9, & venientes ab objecto X, in puncto S extremitatem alterius cujusdam capillamenti impellere, cujus initium est in puncto 8; & delapsos ab objecto Y, aliud in puncto T, quod prorepit è regione cerebri 9, & ita porrò. Et præterea quum lumen nihil extra motum, aut nisum quemdam ad motum sit, radius illius progressos ab V ad R, vim totum capillamentum R 7 movendi habere, & consequenter regionem cerebri 7; & venientes ab X ad S, totum nervum S 8, & insuper aliâ ratione movendi, quam movetur R 7, quum corpora X & V diversimode colorata sint: & ita venientes ab Y punctum 9 movere. Unde patet, in superficie cerebri interiore, quæ cavitates illius respicit, denuo quamdam picturam delineari 7 8 9, satis similem objectis V X Y. Atque inde ulterius hanc promovere possem ad glandulam quamdam exiguam, quæ in medio circiter harum cavitatum occurrit, propria sensus communis sedes. Imo præterea hìc ostendere non arduum foret, qua ratione interdum per arterias gravidæ mulieris transeat, usque ad certum aliquod fœtus membrum, quem in utero gestat, & ibi istas malaciæ notas imprimat, quas tantopere docti admirantur.

CAPUT SEXTUM.

De Visione.

I. *Visionem non fieri ope imaginum, quæ ab oculis transeunt in cerebrum; sed ope motuum qui ipsas componunt.*



Icet autem hæc pictura, sic transmissa in cerebrum, semper aliquid similitudinis ex objectis, à quibus venit, retineat; non tamen ob id credendum est, ut supra quoque monuimus, hanc similitudinem esse quæ facit ut illa sentiamus; quasi denuo alii quidam oculi in cerebro nostro forent, quibus illam contemplari possemus. Sed potius motus esse à quibus hæc pictura componitur, qui immediate in animam nostram agentes, quoniam ipsa corpori inita est, à natura instituti sunt, ad sensus tales in ea excitandos. Quod latius hìc exponere libet.

II. *Istorum motuum vi percipi lumen, & colores: item sonos, sapores, titillationem & dolorem.*

Omnes qualitates, quas in visus objectis percipimus, ad sex primarias reduci queunt, ad lumen scilicet, colorem, situm, distantiam, magnitudinem, & figuram. Et primo quantum ad lumen & colorem, quæ sola proprie ad sensum visionis pertinent, cogitandum, illam animæ nostræ naturam esse, ut per vim motuum, qui in illa

illa cerebri regione occurrunt, unde tenuia nervorum opticorum fila oriuntur, luminis sensum percipiat: per eorumdem autem motuum diversitatem, sensum coloris. Quemadmodum per motus nervorum, auribus respondentium, sonos dignoscit; & ex motibus nervorum linguæ, varios sapores; & in universum, ex motu nervorum totius corporis moderato, quamdam titillationem sentit; & dolorem ex violento; quum interea in his omnibus similitudine nulla opus sit, inter ideas, quas illa percipit, & motus qui earum sunt causæ.

III. *Cur ictus in oculo acceptus, efficiat ut veluti plurima conspiciantur lumina; & in auribus ut soni audiantur; atque ita eadem vis diversas sensiones in diversis organis producat.*

Atque his facile adhibebimus fidem, modo notemus, quibus oculus vulnere læditur, videri, se infinitas ignium & fulgurum vibrationes cernere, licet oculos clausos habeant, aut in conclavi obscuro commorentur; ut ita hic sensus non alii rei sit imputandus, quam agitationis vehementiæ, quæ capillamenta exigua nervi optici instar violenti luminis cujusdam movet. Et eadem agitatio aures feriens, sonum quendam efficere posset, aut alias partes corporis, dolorem.

IV. *Cur clausis paulo post conspectum Solem oculis, varios colores videre videamur.*

Hoc etiam inde confirmatur, quod si aliquando Solem seu lumen aliud valde fulgidum obstinati contuemur, illa impressio etiam aliquanto post in oculis duret; adeo ut licet postea claudantur, varios tamen colores nobis videamur videre, mutantes & transeuntes ad invicem, prout paulatim evanescunt; hoc enim non aliunde procedit, nisi quod capillamenta nervi optici insolito motu concussa & agitata, non tam subito residant, quam alias. Sed agitatio qua adhuc post oculos clausos palpitant, & quasi contremiscunt, quum non satis valida sit, ad reddendum tam illustre lumen, quam fuit illud à quo venit, colores minus intensos & velut dilutos repræsentat. Et hi colores paulatim expallescendo mutantur; quod satis docet, illorum naturam tantum in motus diversitate consistere, neque aliam esse quam supra posuimus.

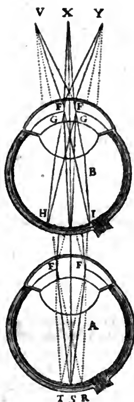
V. *Cur aliquando diversi colores appareant in corporibus tantum pellucidis, sicut in iride tempore pluvio.*

Ipsum etiam postremo ex eo manifestum fit, quod sæpe in pellucidis corporibus hi colores appareant, ubi certum est, nihil esse quod eos producere possit, extra diversos illos modos quibus radii luminis admittuntur, ut quum in nubibus Iris apparet, & magis adhuc, quum simile aliquid in vitro cernimus, cujus superficies in varias hedras polita est.

VI. *Sensum luminis majorem aut minorem*

Hic vero operæ pretium est, curiosius advertere, in quo consistat quantitas luminis quod videtur, (hoc est, impetus quo singula nervi optici capillamenta moventur) non enim semper æqualis est lumi-

esse, prout objectum propius aut remotius est; item prout pupilla, atque imago quæ in oculi fundo depingitur, major aut minor est.



lumini quod ex objectis emanat: sed vel pro ratione distantiæ corporum, vel magnitudinis pupillæ variat; vel pro ratione spatii, quod ex singulis corporum punctis manantes radii in oculi fundo occupant. Sic constat, exempli gratiâ, punctum X plures radios ad oculum B missurum quam nunc mittat, si pupilla F F pateret usque ad G; & illud totidem mittere in hunc oculum B, qui minus ab ipso distat, & cujus pupilla valde angusta est, quot in oculum A, cujus quidem pupilla multo major est, sed quod etiam multo magis ab ipso distat. Et quamvis non plures ex diversis punctis V X Y simul spectatis oculum A ingrediantur, quam oculum B, quia tamen in ejus fundo non nisi per spatium T R extenduntur, quod minus est spatio H I, per quod in fundo oculi B sparguntur, majori vi agere debent in singulas extremitates nervi optici quas ibi contingunt, quam in illas oculi B. Quod ad calculum revocare minime arduum est. Nam si, exempli gratia, spatium H I quadruplum sit spatii TR, & extremitates quatuor capillamentorum millium nervi optici contineat, T R continebit tantum mille, & consequenter singula capillamentorum in parte ima oculi A, millesima roboris parte movebuntur, quod omnes radii uniti habent, & in fundo oculi B, quarta tantum millesimæ.

VII. *Quomodo capillamentorum nervi optici multitudo visionem distinctam reddat.*

Observandum etiam, partes corporum, quæ contemplamur, non dignosci posse, nisi quatenus colore quodammodo differunt; & horum colorum distinctam perceptionem non pendere tantum ex eo, quod omnes radii à singulis corporum punctis venientes, in fundo oculi in totidem aliis circiter coëant; vel ex eo quod nulli alii aliunde

liunde effusi ad eadem puncta admittantur: sed etiam ex multitudine capillamentorum nervi optici, quorum extremitates continentur in illo spatio quod imago in oculi fundo occupat. Si enim, exempli gratia, objectum V X Y ex decem partium millibus componatur, quæ aptæ sint ad radios tot diversis modis in fundum oculi R S T mittendos, & consequenter ad repræsentanda eodem tempore decem colorum millia, anima tamen ad summum mille tantum discernet, si fingamus, mille tantum capillamenta nervi optici exstare in spatio R S T; etenim tunc decem particulæ objecti agentes simul in singula capillamentorum, uno duntaxat modo ex denis mixto & confuso, illa movere possunt: Unde fit ut illud spatium quod ab unoquolibet ex his capillamentis occupatur, non nisi pro unico puncto debeat haberi.

VIII. *Cur prata diversis coloribus variegata, eminus unius tantum coloris appareant, & cur omnia corpora minus distincte eminus quam cominus conspiciantur, atque imaginis magnitudo visionem distinctiorem reddat.*

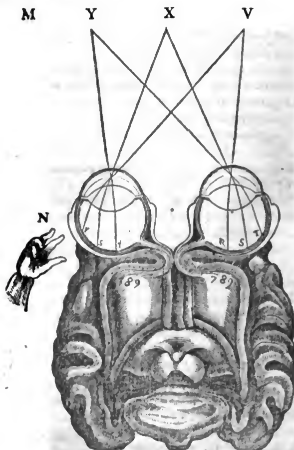
Atque hoc est quod efficit ut pratum infinita colorum varietate distinctum procul inspicientibus totum album aut cæruleum videatur: Et generatim ut omnia corpora remota, minus distincta appareant quàm propinqua; Denique etiam, ut, quo latius ejusdem corporis simulacrum in oculi fundo diducere possumus, eo distinctius videri queat. Quod notatum magno usui postea erit.

IX. *Quomodo agnoscamus situm objecti quod intuemur, aut ejus quod digito nobis eminus monstratur.*

Situm (id est regionem in qua singulæ objecti partes respectu corporis nostri locatæ sunt) quod attinet, illum non aliter oculorum ministerio deprehendimus quam manuum; & notitia illius ex nulla imagine pendet, nec ex ulla actione ab objectis veniente, sed ex solo situ exiguarum partium cerebri, è quibus nervi expullulant. Hic enim situs, mutato situ membrorum quibus illi nervi inseruntur, aliquantulum varians à natura ita institutus est, ut non tantum animam certam facere possit, in qua regione singulæ partes corporis, cui inest, aliarum respectu existant; sed insuper efficere, ut attentionem inde ad omnia loca transferre queat; quæ in lineis rectis occurrunt, quas imaginari possumus ab extremitatibus singularum ex his partibus in infinitum productas. Vt cum cœcus ille, de quo jam sæpe mentio facta est, manum suam A versus E, vel alteram manum C etiam versus E obvertit, nervi



huic manui inserti, mutationem quamdam in cerebro illius efficiunt, per quam anima cognoscit non tantum locum A vel C, sed & omnia reliqua quæ occurrunt in linea recta AE, vel CE; ita ulterius progressa, usque ad objecta B & D, loca etiam ubi illa existant, determinat; incerta interea, vel saltem non attendens, ubi utraque manus existat. Atque ita quoties oculus aut caput nostrum huc vel illuc inflectitur, mens nostra ejus rei admonetur à mutatione, quam nervi, musculis hujus motus ministris inhærentes, in cerebro nostro efficiunt.



X. *Cur inversio imaginis*

Exempli gratiâ, cogitandum in oculo RST, situm capillamenti

menti nervi optici, quod est in puncto R, vel S, vel T, respondere ad alium quemdam partis cerebri 7, vel 8, vel 9, qui facit ut anima singula loca cognoscat, quæ jacent in recta, aut quasi recta linea RV, vel SX, vel TY. Vt ita mirari non debeamus, corpora in naturali situ videri, quamvis imago in oculo delineata contrarium habeat. Quemadmodum cæcus noster simul objectum B, quod est ad dextram ope manus sinistræ, & D quod ad sinistram ope manus dextræ animadvertit. Et quemadmodum ille idem non judicat, corpus duplex esse, licet duabus manibus illud tangat, sic etiam oculi nostri quum ambo versus eundem locum aciem suam dirigunt, non nisi unicum objectum menti debent exhibere, quamvis in unoquoque eorum peculiaris ejus imago formetur. *quæ fit in oculo, non impediat ne objecta recta appareant; & cur id quod duobus oculis conspicitur, aut duabus manibus tangitur, non ideo duplex appareat.*



XI. *Quomodo motus qui immutant oculi figuram, efficiant ut objectorum distantia deprehendatur.*

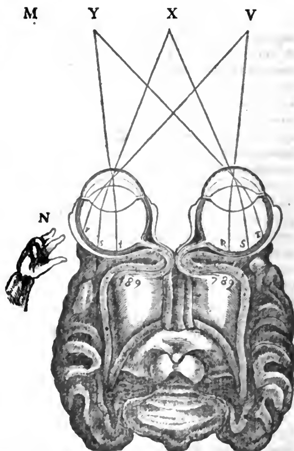
Perceptio distantiæ non magis quam situs ab ullis imaginibus pendet; sed primo à figura totius oculi: etenim, ut jam diximus, alia requiritur ad percipienda ea quæ propinqua, quam ad ea quæ procul abducta: & dum illam pro ratione objecti mutamus, simul quædam cerebri nostri pars variat, ita à natura instituta, ut animam de hac distantia certam reddat.

XII. *Etiamsi motus isti nobis insciis fiant, nos tamen quid significent agnoscere.*

Et hoc ut plurimum nobis insciis accidit; eodem plane modo quo corpus aliquod manu complexi, stringentes, ad illius figuram & magnitudinem hanc aptamus, atque ita illud cognoscimus, licet interea non sit opus, ut qua ratione manus nostra movetur aut disponitur advertamus.

XIII. *Amborum oculorum conspiratio animadvertenda distantiæ inservit, nec non unius oculi si loco suo moveatur.*

Distantiam præterea discimus per mutuam quamdam conspirationem oculorum. Vt enim cæcus noster duo bacilla tenens AE & CE, de quorum longitudine incertus, solumque intervallum manuum A & C, cum magnitudine angulorum ACE & CAE exploratum habens, inde, ut ex Geometriâ quadam omnibus innata, scire potest, ubi sit punctum E: sic, quum nostri oculi RST & rst ambo vertuntur ad X, magnitudo lineæ Ss, & angulorum XSs & XsS, certos nos reddunt ubi sit punctum X. Et idem opera alterutrius possumus indagare, loco illum movendo, ut si versus X illum semper dirigentes, primò sistamus in puncto S, & statim post in puncto s, hoc sufficiet ut magnitudo lineæ Ss, & duo-



& duorum angulorum XS s & X s S, nostræ imaginationi simul occurrant, & distantiam puncti X nos edoceant: idque per actionem mentis, quæ licet simplex judicium esse videatur, ratiocinationem tamen quandam involutam habet similem illi, qua Geodætæ per duas stationes diversas loca inaccessa dimetiuntur.

XIV. *Quomodo distinctio aut confusio figuræ, & majus aut minus lumen, efficiant ut distantia animadvertatur.*

Alio adhuc modo distantias noscimus, per distinctionem scilicet aut confusionem figurarum, & simul per vehementiam luminis aut debilitatem. Sic dum fixo obtutu inspicimus X, radii venientes ab objectis 10 & 12 non ita exactè coëunt in punctis R & T, quàm si hæc objecta in V & Y posita forent. Vnde illa vel longiùs

giùs remota, vel propiùs adducta colligimus quàm est X. Præterea ex eo quod lumen ex objecto 10 ad oculum nostrum defluens longè vehementius est, quàm si idem objectum ad Y remotum foret, magis illud esse propinquum dijudicamus; & quum hoc quod spargit objectum 12 debilius sit, quàm si foret ad Y, ulteriùs illud remotum esse hinc discimus.

NB. Vide fig. pag. 78.

XV. *Objectorum quæ intuemur præcedaneam cognitionem, ipsorum distantiæ melius dignoscendæ inservire: idemque situum efficere*

Denique cùm jam aliunde prænovimus qualis sit magnitudo alicujus corporis, vel ejus situs, vel quàm distincta sit ejus figura & quàm vividi colores, vel tantùm qualis sit vis luminis ex eo emissi, possumus hac præcognitione uti, non quidem propriè ad videndam, sed tamen ad visu percipiendam ejus distantiam. Vt si corpus aliquod oculis familiare procul contueamur, meliùs de distantia judicabimus, quàm si magnitudo illius minùs cognita foret. Et si ultra nemus obumbratum rupem Soli expositam videamus, solus hujus sylvæ situs illam procul abesse dictabit. Et si duas naves, majorem alteram, alteram minorem, vela facientes contemplemur, hac ratione inæqualiter remotas ut æqualis magnitudinis videantur, ex differentia figurarum, colorum, & luminis quod ad oculos nostros mittent, utra remotior sit advertemus.

XVI. *Quomodo uniuscujusque objecti magnitudo & figura dignoscatur.*

Modum autem quo magnitudinem & figuram objectorum videmus, non opus est verbosius explicare, quum tota illo contineatur, quo distantiam & situm partium cernimus. Magnitudinem videlicet æstimamus ex cognitione seu opinione quam de distantiâ habemus, cum magnitudine imaginum in oculi fundo formatarum comparata, & non absolute per imaginum magnitudinem. ut clarum sit inde, quod, licet, exempli gratia, centies illæ majores sint, quum objecta valde propinqua sunt, quàm cùm decuplo magis removentur, non tamen ob id centies majora nobis appareant, sed propemodum æqualia, utique si distantiâ non decipiamur. Manifestum etiam est, figuram dignosci per cognitionem seu opinionem quam de situ diversarum partium corporis habemus, non per similitudinem imaginum quæ in oculo pinguntur; nam hæ plerumque rhombo vel ellipsi constant, quum quadrata & circulos nobis exhibent.

XVII. *Cur nos aliquando visus fallat; & phrenetici, aut qui dormiunt, pu-*

Ne autem vel minimum dubium relinquatur, quin visio hoc modo quo diximus fiat, rationes præterea hîc intuebimur, ob quas interdum nos soleat fallere. Primò, quia mens est quæ videt, non oculus, idque cerebri ope magis immediatè quàm oculi, inde fit ut phre-

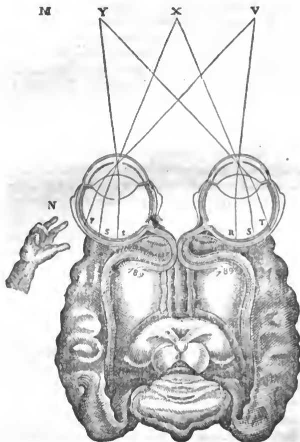
m netici

tent, ſe videre quod non vident.

netici & dormientes varias aliquando ſpecies videant, aut ſibi videre videantur, quæ oculis propterea non objiciuntur: atque hoc evenit, ſi vapores cerebrum pulſantes partes illius, quæ viſioni inſerviunt, eodem modo diſponant quo ipſas mediante oculo diſponerent objecta externa, ſi adeſſent.

XVIII. *Cur aliquando objecta duplicia videantur; & tactus efficiat ut objectum duplex eſſe putetur.*

Deinde, quia impreſſiones extrinſecus venientes ad ſenſum communem per intermedios nervos tranſeunt, ſi horum ſitus per cauſam inſolitam detorqueatur, objecta alibi quàm ubi ſunt repræſen-



tare poteſt. Vt ſi oculus r s t ſua ſponte diſpoſitus ad reſpiciendum verſus

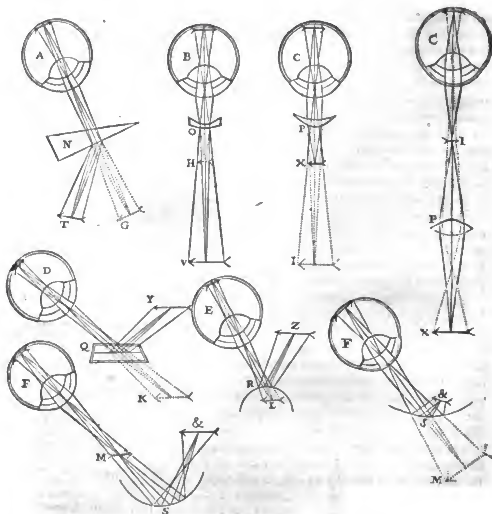
versus X, cogatur à digito N sese obvertere versus M, partes cerebri unde hi nervi prorepunt, non eodem planè modo disponentur, ac disponerentur, si oculus iste à propriis musculis eò deflecteretur, nec tamen etiam eodem ac si revera versus X respiceret, sed medio quodam modo, tanquam si respiceret Y; atque ita hujus oculi ope objectum M apparebit eò loci, ubi est Y, & Y ubi est X, & X, ubi est V; & quoniam hæc eadem objecta eodem tempore in veris locis videbuntur ope alterius oculi RST, duplicata apparebunt. Eodem modo quo globulus G, duobus digitis D & A decussatis attrectatus, instar duorum sentitur. Etenim dum hi digiti se mutuo ita decussatos retinent, musculi eos diducere nituntur, A in C, & D in F. unde fit ut partes cerebri, ex quibus nervi his musculis inservientes originem ducunt disponantur eo modo, qui requitur ut iidem digiti A in B & D in E esse, ac consequenter duos ibi globulos H & I tangere videantur.



Præterea quoniam sumus assueti judicare, actiones à quibus visus noster movetur, ex iis locis venire versus quæ debemus obtutum dirigere, ut illas percipiamus; quoties accidit ut aliunde procedant, facillimè fallunt. Ita qui oculos flava bile suffusos habent, aut per vitrum flavum vident, aut in cubiculo degunt, quod nullum lumen nisi per ejusmodi vitra recipit, flavo colore omnia corpora quæ cernunt infecta putant. Et ille qui in cubiculo tenebroso, * quod supra descripsimus, corpus album RST intuetur, illi tribuit colores qui sunt objectorum VXY, quoniam in illud solum aciem suam intendit. Et oculi A, B, C, D, E, F, videntes objecta, T, V, X, Y, Z, & per transversa vitra N, O, P, & in speculis Q, R, S, illa indicant esse in punctis G, H, I, K, L, M, & V, Z minora & X, & majora quàm revera sunt: Vel etiam X, & minora, & simul universa, quum scilcicet

XIX. *Cur icterici, aut qui per flavum vitrum conspiciunt, omnia quæ vident flava esse judicent. Et quis sit locus è quo conspicitur objectum per vitrum planum cujus superficies non sunt parallelæ: & per vitrum concavum; curque tunc objectum minus quàm sit appareat. Item quis sit locus e quo per vitrum convexum videtur: & cur ibi aliquando majus & remotius, aliquando vero minus & propius appareat quàm revera sit, aut etiam inversum. Denique quis sit locus imaginum quæ conspiciuntur in speculis tam planis quàm convexis aut concavis: & cur ibi appareant rectæ aut inversæ, majores aut minores, & propiores aut remotiores quàm sunt ipsa objecta.*

* *Vide penultimam figuram.*



ſcilicet longius ab oculis C, F poſita ſunt: his vitris & ſpeculis radios ab objectis venientes ita detorquentibus, ut ab his oculis diſtinctè nequeant videri, niſi ita diſpoſitis ac ſi puncta G, H, I, K, L, M, intueri vellent; ut facilè cognoſcent ii qui ſatis ad hæc attendunt.

Et

Et eadem opera videbunt, quantum in Catoptricis majores nostri aberrarint, quoties in speculis concavis & convexis locum imaginum determinare conati fuerunt.

XX. *Cur facilè decipiamur in judicando de distantia; quomodoque probari possit, nos non solere distantiam 100 aut 200 pedibus majorem imaginari.*

Notandum etiam, modos distantiæ cognoscendæ quotquot habemus, valde dubios & incertos esse. quantum enim ad oculi figuram, illa ferè nihil amplius mutat, quum objectum ultra quatuor aut quinque pedes remotum abest; etiam quum propiùs adest tam parum variat, ut vix quicquam accurati ex illa mutatione discerni possit. Et quantum ad angulos inclusos lineis ex duobus oculis, aut ex duabus ejusdem oculi stationibus, ad objecta ductis, illi etiam ferè iidem semper manent, quum paulò longius prospicimus. Ex quibus fit, ut ne quidem sensus noster communis ideam distantiæ capere posse videatur, ultra centum aut ducentos pedes abductæ. Atque hoc patet ex eo, quod Luna, & Sol, qui sunt è numero corporum remotissimorum quæ contueamur, & quorum diametri ad ipsorum distantiam circiter sunt ut unum ad centum, pedales ut plurimum, vel ad summum bipedales nobis videantur, licèt ratio dictet, illos longè maximos & remotissimos esse. Hoc enim non evenit, quod majores illos fingere nequeamus, quum turres & montes multò majores imaginémur & videamus, sed propterea quòd cogitatione ultra centenos aut ducenos pedes illos removere non possumus. inde sequitur, diametrum illorum unius aut alterius pedis videri.

XXI. *Cur Sol & Luna majores videantur Horizonti proximi, quàm ab eo remoti: apparentemque objectorum magnitudinem ex angulo visionis non esse mensurandam.*

Ipse quoque situs in hoc nos decipit. nam plerumque hæc astra circa Meridianum in cœli vertice minora apparent, quàm cùm sunt in ortu vel occasu, & occurrunt inter ipsa & oculos nostros diversa objecta quæ judicium de distantia meliùs informant. Et Astronomi cum suis instrumentis illa dimetientes, satis experiuntur hoc; quòd ita jam majora, jam minora appareant, non ex eo contingere, quod modò sub majori, modò sub minori angulo videantur, sed ex eo quòd longiùs dissita judicentur, quia tam versus horizontem quàm versus verticem sub eodem semper angulo ea conspici deprehendunt. Ex quibus patet, non omnino verum esse Opticæ veterum axioma, quo magnitudines corporum apparentes visionis angulis statuuntur proportionales.

XXII. *Cur alba & luminosa objecta, propiora & majora quàm sunt, appareant.*

Fallimur etiam in eo, quod corpora alba vel luminosa, & in universum omnia illa, quibus inest multum roboris ad movendum visionis sensum, semper paulò majora & propiora appareant, quam si minùs virium haberent. Causa verò ob quam propiora videntur,

hæc eſt: quòd motus quo pupilla arcendi vehementioris luminis gratiâ conſtringitur, tam arctè cum altero cohæret, qui totum oculum diſponit ad ſubtilius pervidenda objecta propinqua, eorumque diſtantiam dignoſcendam, ut neuter ad effectum deduci queat, quin aliquantulum ex altero admiſceatur. Eodem ferè modo, quo anteriores duos digitos contrahere nequimus, quin ſimul tertius paululum cum illis incurvetur. Et ratio ob quam corpora luminoſa vel alba majora apparent, non tantùm in eo conſiſtit, quod judicium magnitudinis ex diſtantiæ æſtimatione pendeat, ſed etiam in eo quod imagines eorum majores in oculi fundo formentur. Notandum enim, extremitates capillamentorum nervi optici, quamvis minimas, tamen alicujus eſſe craſſitiei, adeò ut ſingulæ ex illis in una ſui parte ab uno objecto, & in alia ab alio attingi poſſint: quum autem unico tantum modo ſingulis vicibus moveri queant; quoties aliqua, quantumvis exigua, ex illis partibus à corpore aliquo valde lucido impellitur, dum interim aliæ non niſi à minus illuſtribus tanguntur, totum capillamentum ejus objecti quod lucidiſſimum eſt motum ſequitur, & ſolam ejus imaginem ad cerebrum transfert. Vt ſi ſint extremitates capillamentorum 1, 2, 3, & radii, in fundo oculi ſtellæ imaginem pingentes, diffundantur in 1, paululùmque tantum, in circuitu ſex vicinarum 2, oras contingant; (in



quas ſupponimus nullos alios radios effundi, præter admodum debiles à partibus cœli huic ſtellæ vicinis) effigies ejus ſtellæ per totum ſpatium extendetur in quo ſunt ſex capillamentorum extremitates 2, & forte etiam per illud totum quod aliæ duodecim 3 occupant, nempe ſi lucis actio ſit tam fortis ut illas etiam valeat commovere.

XXIII. *Cur omnia corpora valde parva aut valde remota, appareant rotunda.*

Vnde cognoſcimus, ſtellas, quamvis pro vera magnitudine exiguas, tamen pro vaſto illo intervallo quo diſtant, longe majores quam ſint apparere; Et præterea quamvis globoſæ non eſſent, tales tamen illas apparituras; ut etiam turris quadrata procul viſa, rotunda apparet. Et nulla corpora, quæ parvas in oculo imagines repræſentant, figuram angulorum ſuorum exprimere poſſunt.

XXIV. *Quomodo remotiones fiant in tabulis ſecundum Perſpectivæ regulas delineatis.*

Denique quod attinet ad judicium diſtantia objecti viſi, quod à magnitudine, figura, colore, aut lumine ejus pendet, quam totum illud ſit fallax, vel ſola Perſpectiva ſatis docet. Sæpe enim imagines, ſecundum ejus præcepta pictæ, ex hoc ſolo quod ſint minores, habeantque lineamenta minus diſtincta, & colores obſcuriores, vel

vel potius debiliores, quam nobis persuadeamus esse oportere, ut objectum vicinum repræsentent, multo remotiores, quam revera sint, apparent.

CAPUT SEPTIMUM.

De modis visionem perficiendi.

Postquam satis accurate quæsivimus, qua ratione visio fiat; breviter hîc repetamus, & nobis quasi ob oculos ponamus omnes conditiones requisitas ad ejus perfectionem; ut cognoscentes, quomodo natura singulis jam prospexerit, exacte per enumerationem discamus, quantum arti addendum reliquerit. Omnia quæ hîc attendi debent, ad tria primaria reduci queunt; Objecta scilicet, Organa interiora, quæ actiones illorum recipiunt; & Exteriora, quæ has actiones disponunt, ut quo decet modo recipiantur. Quantum ad objecta, sufficit nosse, alia propinqua & accessa, remota alia esse & inaccessa: & præterea quædam magis, quædam minus illuminata; ut nempe advertamus, nobis liberum esse, accessa magis aut minus removere, lumenque quo illustrantur augere vel minuere, prout magis commodum est; in aliis autem nihil tale licere. Deinde quod attinet ad organa interna, nervos scilicet & cerebrum, certum est, illorum structuræ per artem nihil adjici posse; neque enim nostrum aliquis novum corpus sibi fabricare potest. &, si forsan Medicorum opera nonnihil ad immutandam corporis humani constitutionem possit juvare, hoc est extra nostrum argumentum. Ac proinde sola organa exteriora nostræ considerationi relinquuntur: quo nomine, non modo corpora omnia quæ inter oculum & objecta locari possunt, sed etiam oculi partes omnes, quæ pellucidæ sunt, complector.

I. *Tria in visione esse consideranda, objecta, organa interiora, & exteriora.*

Et omnia quæ hîc curanda sunt, ad quatuor capita reduco. Quorum primum, ut omnes radii, qui in aliqua extremitatum nervi optici sistuntur, ex unico tantum objecti puncto, quoad fieri potest, fluant, neque ullo modo in spatio interjacente violentur: id enim nisi fiat, imagines, quas formant, nunquam satis distinctæ erunt, nec fideliter corpus, à quo emanant, repræsentabunt. Secundum, ut hæc simulacra magna sint, non quidem extensione loci (neque enim ultra exiguum illud spatium, quod est in oculi fundo, occupare pos-

II. *Quatuor tantum ad visionem perfectam requiri.*

poſſunt) ſed lineamentorum & ductuum ſuorum extenſione. Certum quippe, quo illa majora, eo melius dignoſci poſſe. Tertium, ut radiis tantum roboris ad movenda nervi optici capillamenta ſit, ut ſentiri poſſint; non tamen tantum ut viſum lædant. Quartum, ut ex plurimis objectis imagines in oculo ſimul formentur, atque ita eodem obtutu inſpicientibus plurima pateant.

III. *Quomodo natura primo iſtorum proſpexerit, & quid ſuperſit quod ars illi addat.*

Natura autem ut primo proſpiceret multa adhibuit. Etenim pellucidis, & nullo colore imbutis humoribus oculum replens, effecit ut actiones, extrinſecus venientes, ſine ulla mutatione ad fundum illius pertingant. Tum etiam per refractiones, quæ in humorum iſtorum ſuperficiebus fiunt, hoc egit, ut radii ſecundum quos hæ actiones tendunt, ex eodem objecti puncto provecti, in eodem nervi optici puncto iterum coëant; & conſequenter reliqui ab aliis punctis venientes, tam accurate ac fieri poteſt, in totidem aliis colligantur. Credere enim debemus, naturam hac in re quicquid fieri poteſt præſtitiſſe, quia nihil in contrarium experimur. Sed potius videmus, illam defectus minuendi cauſa, qui neceſſario ſemper aliquis in hac radiorum collectione reperitur, vim pupillam tantum arctandi nobis dediſſe, quantum vehementia luminis permittit. Deinde per colorem nigrum, quo omnes oculi partes non pellucidas, retinæ obverſas, imbuit, curavit ne radii ulli peregrini verſus illam reflecterentur. Ac denique per mutationem figuræ oculi effecit, ut licet objecta jam magis, jam minus removeantur, radii tamen à ſingulis punctis venientes, quantum poſſint, exacte in totidem aliis in oculi fundo colligantur.

IV. *Quod diſcrimen ſit inter juvenum & ſenum oculos.*

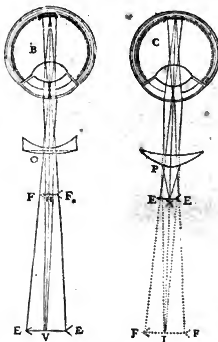
Verumtamen non adeò ſollicitè poſtremæ huic neceſſitati cavit, ut nihil arti addendum reliquerit. non modo enim nemini noſtrum vulgo conceſſit, ſuperficies oculorum tantum incurvare, ut objecta valde propinqua, nempe non niſi uno aut dimidio digito à nobis diſtantia, cernere poſſimus; ſed magis etiam quibuſdam defuit, quorum oculos ita formavit, ut non niſi contemplandis longe poſitis inſerviant. quod ſenioribus familiare eſt; nec minus iis, quibus contra tales oculos dedit, ut propinqua tantum contueri poſſint; quod junioribus ſæpius uſu venit. Adeo ut oculi oblongiores & anguſtiores quam par ſit, initio formari videantur, inde paulatim progredientibus annis dilatari & comprimi.

V. *Quomodo mederi oporteat myopum & ſenum oculis.*

Vt igitur arte hos defectus tollamus, primo neceſſarium erit, figuras quærere, quas ſuperficies vitri, aut alterius pellucidi corpo-

ris

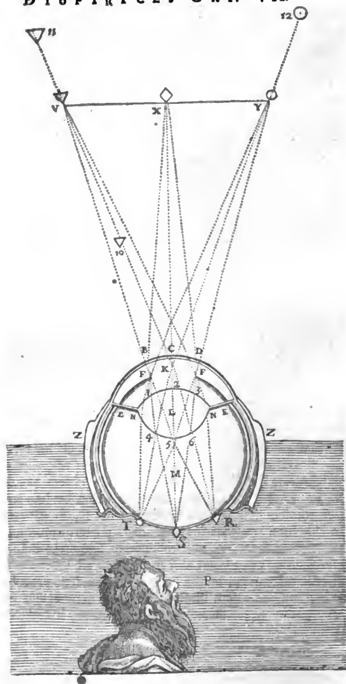
ris requirunt, ad incidentes radios ita incurvandos, ut omnes ex aliquo objecti puncto emissi, ita illas permeando disponantur, ac si ex alio puncto longius aut propius posito venirent: propius scilicet, in eorum usum, quorum acies ad remota non valet; longius, tam pro senioribus, quam in universum pro omnibus iis qui objecta propius admota cernere volunt, quam oculi figura permittit. Nam oculus ex. gr. B vel C, ad id factus, ut omnes radios effusos ex puncto H vel I in medio sui fundi colligat, quum simul illos ex puncto V vel X colligere nequeat; perspicuum est, interjecto vitro P vel O, quod omnes radios puncti V vel X ad oculum mittit, tanquam si venirent ex puncto H vel I, hunc defectum sublatum iri.



Deinde quum non unius tantum figuræ vitra idem accurate efficere possint, ad eligenda nostræ intentioni aptissima, duæ conditiones præterea veniunt considerandæ. Harum prima, ut figuræ simplicissimæ, id est delineatu ac politu facillimæ sint. Altera, ut illorum ope radii ex aliis objecti punctis digressi, ut E, E, ad eundem circiter modum oculum intrent, ac si ex totidem aliis punctis venirent, ut F, F. Et notemus hîc, *circiter*, non, *quantum fieri potest*, dici. præterquam enim quod difficile forsitan foret, ex infinito numero figurarum huic eidem rei inservientium, eam quæ omnium aptissima est Geometricè demonstrare, esset etiam inutile. neque enim eædem procul dubio essent aptissimæ ad visum illustrandum, quum ne oculus quidem ipse omnes radios, ex diversis punctis manentes, in totidem aliis colligat.

VI.
Inter multa vitra quæ illi rei inservire possunt, facillima politu sunt deligenda: item ea quæ melius efficiunt, ut objecta à diversis punctis manantia videantur à totidem aliis diversis punctis procedere.

n Nec


11
12
V
X
Y
10
B
C
D
K
F
F
L
N
N
Z
Z
M
T
R
S
P

VII. Nec omnino possumus hac in re eligere, nisi præterpropter, quum figura oculi accurata minime nobis explorata sit. Opera præterea danda erit, quoties hujusmodi corpus oculis nostris admovebimus, ut naturam, quantum fieri poterit, in omnibus, quæ in fabrica illorum observavit, arte imitemur, nec ullum commodum quod illa dedit negligamus, nisi forsan ut aliud majus eo ipso lucremur.

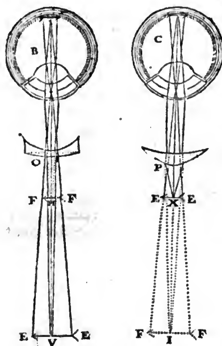
Non opus esse, alium hac in re delectum habere quam circumcirca, & cur.

VIII. In magnitudine imaginum observandum est, tribus illam tantummodo rebus inniti: distantiæ scilicet, quæ inter objectum & locum ubi radii, ex singulis punctis ad oculi fundum missi, decussantur; deinde distantiæ, quæ inter eundem locum & oculi fundum; & postremo refractioni horum radiorum. Sic cuivis patet, imaginem R S T majorem fore, si objectum V X Y propius accederet ad K, ubi radii V K R, & Y K T decussantur; aut potius ad superficiem B C D, ubi proprie decussari incipiunt, ut postea videbimus; vel etiam si oculum magis oblongum reddere possemus, ut distantia major foret, inter superficiem B C D, quæ hos radios decussat, & fundum oculi R S T: Aut tandem, si refractione non tam introrsum ad S, sed potius extrorsum, si fieri posset, incurvarentur. Et quidquid ultra hæc tria imaginemur aut moliamur, nihil tamen inveniemus, quo imago grandior reddi possit.

Imaginum magnitudinem pendere tantum ab objectorum distantia, à loco ubi se radii qui in oculum ingrediuntur decussatim secant, & ab ipsorum refractione.

IX. Ipsum etiam posteriori loco nobis notatum, vix memorabile est, quum nunquam, nisi parum admodum, imago illius ope augeatur, idque cum tanta difficultate, ut semper minori opera per alia fieri possit; quemadmodum mox dicemus. Ipsam etiam naturam videmus hoc neglexisse; Nam procurans ut radii V K R, & Y K T, introrsum curventur ad S, permeando superficiem B C D & 1 2 3; imaginem R S T minorem delineavit, quam si ita cuncta ordinasset, ut extrorsum curvarentur, ut fit ad 5, in superficie 4 5 6, aut si omnino rectos reliquisset. Nec magis opus est, primum considerare, nisi pateat accessus ad objecta; si vero pateat, manifestum est, quo propius illa contueamur, tanto majorem imaginem in oculo reddi. Natura autem non permittente, propius oculis admota, quam ad distantiam dimidii pedis, aut circiter, commode à nobis cerni, ut artificium quantum potest huic obstaculo medeatur, opus solummodo, vitrum, quale est P, de quo paulo ante locuti sumus, interponere; cujus ope radii venientes ex puncto proximo, quoad licet, in oculum intrant, tanquam si ex alio ulterius remoto venirent.

Refractionem non esse hic magna consideratione dignam; ut nec objectorum accessibilem distantiam, & quid ubi inaccessibilia sunt facere conveniat.



rent. Maximum itaque quod hac opera fieri poteſt, eſt, ut tantum duodecima, vel decimaquinta iſtius diſtantiæ pars, requiratur inter oculum, & objectum, quæ ibi alias eſſe deberet: & ita radii, ex variis objecti punctis manantes, decies aut quindecies propiores oculo decuſſati (vel etiam pauſo magis, quum non amplius in oculi ſuperficie decuſſandi initium ſumant, ſed potius in vitro cui propius objectum adhærebit) imaginem delineabunt, cujus diameter decies aut quindecies major erit, quàm omiſſo hoc vitro fuiſſet: & conſequenter ſuperficies ducenties circiter major erit, totieſque objectum diſtinctius repræſentabitur: & eadem opera multo majus ſimul apparebit; non quidem accuratè ducenties, ſed magis aut minùs, prout magis aut minùs remotum illud judicabimus. Si enim, exempli gratia, inſpiciendo objectum X, per tranſverſum vitrum P, oculum noſtrum C diſponamus, eodem modo quo diſponi deberet ad contemplandum aliud objectum, quod viginti aut triginta paſſibus à nobis diſtaret, & nullam aliunde loci cognitionem, in quo illud ſitum ſit, habentes, triginta paſſibus abeſſe judicemus, decies millies majus videbitur, quàm revera eſt; adeò ut elephas ex pulice poſſit fieri: certum enim eſt, imaginem quam pulex in oculi fundo delineat, quum tam propè adeſt, æquè magnam eſſe ac illa quam elephas depingit, triginta paſſibus inde remotus.

X. *In quo conſiſtat inventio perſpicillorum*

Et huic ſoli innititur inventio conſpicillorum unico vitro conſtantium, quorum in augendis & ſubtiliùs pervidendis rebus familiaris & ubivis cognitus uſus eſt: licet vera illorum figura parum hactenus

terius innotuerit. Et quoniam ut plurimum, quoties illis utimur, scimus, objectum valde propinquum esse, nunquam tam magnum videri potest, quàm si ulterius remotum imaginaremur.

pulicarium, unico vitro constantium: & quis sit illorum effectus.

Vnicus tantùm adhuc modus has imagines augendi restat, quo nempe efficimus, ut radii ex diversis punctis missi, quam longissimè fieri potest ab oculi fundo decussentur: sed utilissimus omnium sine dubio, & maximi momenti est. Vnicus, utpote qui ad objecta tam accessa quàm inaccessa usum sui præbere possit, & cujus effectus nullis terminis circumscribitur: ut hujus ope imagines semper in majus augendo usque ad indefinitam quantitatem expandere possimus. Vt quum, exempli gratia, primus humorum quibus oculus refertus est eandem propemodum refractionem efficiat, quam aqua communis, si proximè admoveamus tubum aquâ plenum, ut EF; cujus extremitas claudatur vitro GHI, quod figuram habeat similem membranulæ BCD, illum humorem regenti, & eodem modo ad intervallum, quo ab ima oculi parte distabit, respondentem; nulla ampliùs refractio fiet in illa membranula BCD: sed ea quæ antea ibi fiebat, efficiens ut omnes radii ex eodem puncto digressi, in eâ regione incurvarentur, atque ut postea in eodem nervi optici puncto coïrent, & consequenter omnes, ex diversis punctis allabentes, ibi decussarentur, ut postea, in diversis aliis punctis hujus nervi sisterentur, fiet in ipso tubi aditu GHI: & ita hi radii ibi decussati, imaginem RST longè majorem delineabunt, quàm si tantùm in superficie BCD id fieret; & quò magis in longum hic tubus porrectus erit, tanto majores

XI. Augeri posse imagines, efficiendo ut radii procul ab oculo decussentur, ope tubuli aqua pleni: quantoque longior est iste tubulus, tanto magis imaginem augere; & idem præstare ac si natura tanto longiorem oculum fecisset.



etiam Imaganines erunt. Et sic aqua EF, peragente munus humoris K, vitro GHI, membranulæ BCD, & tubi aditu GI, pupillæ visio eadem ratione fiet, ac si oculum natura in tantum porrexisset, quanta est longitudo hujus tubi.

XII. *Pupillam oculi obstare: tantum abest ut adjuvet, cùm quis ejusmodi tubulo utitur.*

Vbi haud aliud fuerit considerandum, nisi quod naturalis pupilla, non tantum inutilis sit hoc casu, sed etiam noceat, angustia sua radios excludendo, qui aliàs in latera fundi oculi inciderent, & ita impediendo imagines tantum diffundi, quantum diffunderentur si minùs angusta foret.

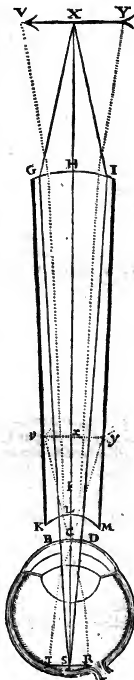
XIII. *Nec refractionem vitri quod aquam in tubulo continet, nec membranarum quibus humores oculi involvuntur, ulla consideratione esse dignas.*

Atque hîc est advertendum, particulares illas refractiones quæ paulo aliter in vitro GHI, quàm in aqua EF fiunt, minimi momenti esse, & vix dignas consideratione: nam quum hoc vitrum ubivis æquè crassum sit, licet exterior superficies magis hos radios incurvet, quam aqua, statim interior rursus in eundem situm illos reducet. Et ob eandem hanc causam, nullam supra mentionem fecimus refractionum quas efficiunt membranæ humores oculi involventes, sed tantummodo illarum quas pariunt ipsi humores.

XIV. *Id ipsum æquè fieri posse tubulo ab oculo separato, atque conjuncto.*

Sed quum aquam hac ratione quâ diximus, oculo jungere, operosum, nec magis obvium accuratè determinare figuram vitri GHI, quum illam membranæ BDC; cujus vicem supplere debet, non satis noscamus: alio invento uti consultius erit; & efficere unius aut plurium vitrorum ope, vel etiam aliorum corporum pellucidorum, tubo inclusorum, sed non tam propè oculis junctorum, quin paululum aëris intercedat, ut in ipso tubi aditu radii ex eodem puncto venientes ita incurventur, ut postea coëant in alio puncto, quod non multum absit à fundo oculi, per tubum istum respicientis: & præterea ut iidem radii ex tubo egredientes rursus flectantur & disponantur tanquam si non fuissent ante incurvati, sed tantùm ex propiori loco venirent. Et simul ut ii, qui ex diversis punctis allabentur, in primo tubi aditu decussati, non rursus egrediendo decussentur; sed eodem modo ad oculum tendant, ac si ex objecto majori aut propiori venirent. Vt si tubus HF solido vitro impleatur, cujus superficies GHI illius figuræ sit, ut omnes radios venientes ab X versus S mittat, & altera superficies KM illius, ut eosdem egredientes ita frangat, ut inde ad oculum tendant, tanquam si venirent à puncto x; (quod ita locatum fingo, ut eandem proportionem inter se lineæ x C, & CS, habeant, quam XH, & HS,

& HS; punctum enim X, multo remotius ab oculo putandum est, quàm in figura potuit exhiberi)ii, qui ab V, illos necessariò in superficie GHI secabunt,ideoque jam remoti ab illis existentes,cum ad alteram tubi extremitatem pervenerint,superficies KM non poterit efficere ut rursus ad invicem accedant, saltem si sit concava,qualis hîc supponitur,sed ad oculum eos remittet, eodem ferè modo, ac si venirent ex puncto Y. quo ipso imaginem tanto majorem delineabunt, quanto tubus longior erit. Neque hîc necessarium, figuram superficiei BCD accuratè nosse, ad determinandam illam corporum pellucidorum quæ huic usui destinamus.



XV. *Qua in re consistat inventio Telescopii.*

Sed quoniam & hîc difficultas non levis, in inveniendis scilicet vitris, aut aliis corporibus ejuscemodi, satis crassis ad implendum tubum, satis itidem pellucidis lumini transmittendo: totum interius tubi spatium vacuum relinqui potest, & duo tantùm vitra ejusdem effectus, cujus duæ superficies GHI, & KLM, duabus extremitatibus illius applicari. Atque hoc unico totum Telescopiorum inventum nititur, quod occasionem hoc argumentum tractandi mihi dedit.

XVI. *Quomodo impediri possit ne vis radiorum in oculos ingredientium nimis magna sit.*

Tertio autem requisito ad perfectionem visionis quatenus organa exteriora illam juvant (ne scilicet actiones, singula capillamenta nervi optici moventes, nimis debiles aut vehementes sint) ipsa natura egregiè pro-

spe-

ſpexit, data nobis poteſtate pupillam oculi vel contrahendi, vel diducendi. Sed interim etiam aliquem arti locum reliquit. Primò enim ſi actio ſit tam vehemens, ut pupilla quantum etiam arctetur, illam ſufferre nequeat, (quod Solem intuentibus evenit) facile eſt huic rei mederi, applicato ad oculum corpore aliquo nigro, unico anguſto foramine pertuſo, quod munus pupillæ peragat, vel etiam reſpiciendo per nigrum byſſinum, aut ſimile aliud corpus, quod, excluſâ radiorum parte, non plures ex illis oculum ingredi permittat, quàm quot nervo optico moderate & ſine læſione movendo ſufficient.

XVII. *Quomodo contrà impediri poſſit cùm nimis debilis eſt, & objecta acceſſibilia ſunt.*

Sin contra debilior eſt actio quàm ut ſentiri queat, roborari poteſt (certè ſi ad objecta pateat acceſſus) radiis Solis illa exponendo, iiſque etiam ſpeculi vel vitri uſtorii ope collectis, ut tanto plus virium habeant; modò tamen ne tantum iis detur ut objecta urant & corrumpant.

XVIII. *Et quomodo cùm acceſſibilia ſunt, & teleſcopio utimur.*

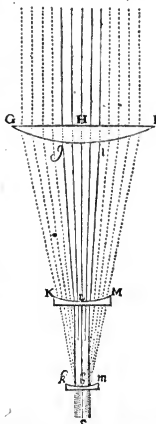
Præterea quoties ſpecillis de quibus diximus utimur, quum pupillam inutilem reddant, & exterior tubi apertura quæ lumen admittit, illius officio fungatur, hæc etiam eſt, quæ prout viſionis vim frangere vel augere cupiemus, arctanda erit vel laxanda. Et notandum, ſi hæc apertura nihil pupillâ laxior foret, radios minùs vehementer acturos in ſingulas fundi oculi partes, quàm ſi ſpecilla non admoverentur, idque eadem proportione, qua hæc ſpecilla imagines, quæ ibi formantur, augerent; etiam non numeratis iis radiis, qui, à ſuperficiebus vitrorum interpoſitorum rejecti, nihil prorſus virium haberent.

XIX. *Quanto majus pupillâ fieri poſſit horum conſpiciliorum orificium, & cur majus fieri debeat.*

Sed multo majorem iſtam aperturam facere licet, & quidem eo majorem, quo vitrum radiis replicandis deſtinatum puncto illi propius eſt, ad quod exterius vitrum in quo radii iſti plicantur ipſos agit. Nam ſi, exempli gratiâ, vitrum GHI efficiat, ut omnes radii puncti illius quod contemplamur, tendant ad S, iique iterum erigantur per vitrum KLM, ita ut inde paralleli ad oculum deferantur: ad inveniendam maximam latitudinem, quam tubi apertura admittit, diſtantia inter K & M æqualis ſumenda eſt diametro pupillæ, & inde ductis duabus rectis ex puncto S per K & M, ſcilicet SK proferenda ad *g*, & SM ad *i*, *gi* diametrum quæſitam dabit. Nam manifeſtum eſt, licet major foret, non plures radios oculum ingreſſuros ex puncto ad quod aciem noſtram dirigimus, & eos qui præterea ex aliis locis accederent, quoniam viſioni non prodeſſent, iis qui prodeſſent ſe admiſcendo, illam tantum magis confuſam reddituros. Sed ſi loco vitri KLM adhibeamus *klm*, quod

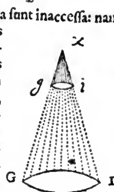
ob

ob suam figuram proprius S accedere debet, iterum distantia inter puncta *k* & *m*, æqualis diametro pupillæ, sumenda erit; inde ductis rectis S *l* G & S *m* I, G I diametrum aperturæ dabit, quæ quærebatur; quæ, ut videmus, tantò major est quam *g i*, quantò S L major quam S *l*. Et si hæc linea S *l* non major sit quàm oculi pupillæ diameter, æque ferè visio acuta erit & lucida, ac si perspicillum abesset, & objecta tantò propriora forent, quantò jam majora videntur. Adeò ut si, exempli gratiâ, tubi longitudo efficiat, ut objecta imago, triginta milliaria distantis, tam ingens in oculo formetur, quàm si non ultra triginta passus remotum foret, latitudo aditus, qualem hîc determinavi, tam lucidè hoc objectum exhibebit, quàm si verè triginta passus distans, sine telescopio illud intueremur. Et si hanc distantiam inter S & *l* adhuc minorem reddamus, adhuc magis perspicue cuncta apparebunt.



XX. *Objectorum accessibilium causâ non opus esse ita augere tubuli orificium.*

Sed hoc præcipue tantum usui est cum objecta sunt inaccessa: nam quoties ad illa licet accedere, quo propius eis specillum admovemus, eò arctior ejus apertura exterior esse potest. Nec ullum inde vis visionis capit detrimentum. quemadmodum hîc videmus, totidem radios ex puncto X, parvum vitrum *g i*, quod magnum G I, intrare. Et omnino hæc apertura non major esse potest vitris ipsam claudentibus; quæ ob requisitam figuram, certam quamdam magnitudinem, paulò pòst determinandam, excedere non debent.



XXI. *Ad diminuendam radiorum vim cùm utimur conspicilis, præstare, illorum orificium angustius facere quàm ad vitro colorato tegere: Et ad id angustius reddendum præstare, extrema vitri extrinsecus tegere quàm intrinsecus.*

Si interdum lumen ab objectis nimis vehemens effundatur, facilè illud minuetur, tectis circumcirca extremitatibus vitri exterioris: & hoc melius erit, quàm aliud magis obscurum, aut coloratum substituere; quod multi Solem contemplantes facere solent: quo enim angustior aditus, eò meliùs singula dignoscentur, ut suprà de pupilla agentes diximus. Observandum etiam, præstare, hujus vitri oram extrinsecus tegere quàm intrinsecus, ne forsan reflexiones, quæ ibi nonnullæ fierent, radios aliquos ad oculum mittant; ii enim ad visionem nihil conferentes, ut superflui, ei nocerent.

XXII. *Ad quid utile sit multa objecta eodem tempore videre: & quid fieri oporteat ne ea re opus sit.*

Vnicum tantummodo superest, quod hæc organa exteriora spectat, scilicet ut maximam quoad fieri potest copiam objectorum eodem tempore conspiciamus. Et notandum, hoc nullo modo requiri ad perfectionem meliùs videndi, sed tantùm ad commoditatem videndi plura; imò fieri non posse ut amplius quàm unum objectum simul distinctè intueamur: adeò ut hæc commoditas plura confusè interea videndi, nullum usum habeat, nisi ut sciamus, in quam partem oculus postea detorquendus, ad contuendum id quod accuratiùs volumus considerare. Et huic rei natura ita prospexit ut omnem aliquid adddendi occasionem arti præripuerit: imò quo magis, ope quorumdam specillorum, magnitudinem lineamentorum, imaginum in oculo formatarum, augemus, eò pauciora illa objecta reddunt; quoniam spatium quod occupant nulla ratione potest augeri; nisi forte aliquantulum, si nempe invertantur; qua arte ob alias causas censeo esse abstinendum. Sed facile est, si ad objecta pateat accessus, illa ipsa eo in loco ponere, in quo perfectissimè per specillum possint videri: si vero non pateat, specillum ipsum machinæ imponere, ita aptatæ, ut ejus ope commodissime in quodlibet determinatum objectu convertatur. Atque ita, licet hanc quartam conditionem nequeamus adimplere, nihil tamen ejus desiderabitur, propter quod erat expetenda.

XXIII. *Usu acquiri posse facilitatem videndi objecta propinqua aut remota.*

Postremo ne quidquam hic omittamus, est advertendum defectus oculi. qui in eo consistunt, quod figura crystallini humoris, vel etiam magnitudo pupillæ, non satis pro arbitrio nostro immutentur; usu paulatim minui posse & corrigi: nam quum hic humor, & hæc tunicula pupillam continens, sint veri musculi, functio illorum ipso usu augetur & facilior redditur, quemadmodum & reliquorum totius corporis musculorum. Et propterea venatores ac nautæ in jugi exer-

citio

citio longe posita videndi, sculptores etiam, aut alii subtilium operum artifices, in exercitio admodum propinqua, plerumque promptitudinem acquirunt, acutius illa quam reliqui homines intuendi.

Et ita procul dubio Indi, qui fixo obtutu Solem contemplati feruntur, nihil læsa vel obscurata luminis acie, quotidie illustria objecta inspicientes, assuefacti fuere magis quam nos pupillam contrahere. Verum hæc medicinæ magis propria (cujus est, correctis naturalibus organis, visionis vitia tollere) quam Dioptricæ, quæ defectibus iisdem, applicato aliquo organo artificiali, medetur. XXIV. *Unde factum sit ut Gymnosophistæ illæso oculo Solem intueri potuerint.*

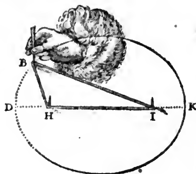
CAPUT OCTAVUM.

De figuris quas pellucida corpora requirunt, ad detorquendos refractione radios omnibus modis visioni inservientibus.



HÆc autem organa qua ratione perfectissima fieri possint, ut accuratius mox percipiamus, necessarium est, non prætermittere explicationem figurarum, quas exigunt superficies corporum pellucidorum, ad detorquendos & incurvandos luminis radios, omnibus modis qui visioni conducunt; quæ si non cuivis satis clara & perspicua videbitur, utpote Geometrica & paulo difficilior, ad minimum illis satis manifesta erit, qui prima hujus scientiæ elementa perceperunt. Et in primis, ne ulli diu exspectatione suspensi teneantur, sciendum, omnes figuras, de quibus sermo hic instituitur, ex ellipsi & circulo, vel ex hyperbola vel ex linea recta compositas fore. I. *De quibus figuris hic agendum sit.*

Ellipsis est linea curva, quam Mathematici, transversim conum vel cylindrum secando, repræsentare solent: qua etiam topiarios interdum uti videmus inter cæteras areolarum & pulvillorum figuras, quas in hortis suis diversimode concinnant: à quibus quidem satis crasse & incorrecte describitur, sic tamen ut melius natura illius hinc innotescat, quam ex cylindri aut coni sectione. Duos palos humi defigunt, alterum ex. gr. in puncto H, alterum in puncto I, & nodo junctis duabus extremitatibus restis, paxillis illam circumponunt, hoc modo quo videmus BHI. Deinde immisso digito, II. *Quid sit Ellipsis, & quomodo sit describenda.*



hos palos circumeundo, & reſtim ſemper eadem vi adducendo, ut æqualiter ſcilicet intendatur, lineam curvam DKB humi deſignant, quæ eſt ellipſis. Et, ſi non mutata longitudine funis, palos tantum H & I aliquanto propius ad invicem admoveant, aliam denuo Ellipſim deſcribent, ſed alterius ſpeciei quam prior: & ſi adhuc propius, itidem aliam: poſtremo ſi omnino conjungant, circulum deſcribent. At ſi longitudinem reſtis eadem proportione imminuant, qua diſtantiam paxillorum, deſcribent quidem ellipſes diverſarum magnitudinum, ſed quæ erunt omnes ejuſdem ſpeciei. Atque ita perſpicuum eſt, illas infinitarum variarum ſpecierum eſſe poſſe; adeo ut unaquæque non minus diſtet à qualibet alia, quam omnium ultima à circulo; Et præterea illas cujuſque ſpeciei infinitarum magnitudinum eſſe poſſe. Item etiam hinc apparet, ſi ex aliquo puncto pro arbitrio in ellipſi electo, ut ex. gr. B, duas rectas agamus ad puncta H & I, ubi pali ad illam deſignandam defixi fuere: has duas lineas BH & BI junctas, maximæ illius diametro DK æquales fore: quod vel ipſa conſtructio probat. Pars enim funis extenſa ab I ad B, & inde replicata ad H, eadem eſt quæ porrecta ab I ad K, vel ad D, inde itidem recurrit ad H. Ita ut DH ſit æquale IK, & HD plus DI (quæ tantum valent, quantum HB plus BI) toti DK æquales ſint. Et inſuper Ellipſes, quæ deſcribuntur obſervando ſemper eandem proportionem inter harum maximam diametrum, & diſtantiam inter puncta H & I, ſunt ejuſdem ſpeciei. Atque ob quandam proprietatem horum punctorum H & I, quam paulo poſt diſcemus, foci nobis vocabuntur, unus interior, alter exterior; ſcilicet ſi referantur ad illam ellipſeos mediam partem quæ ad D, I erit exterior, ſi vero ad alteram quæ ad K, idem I erit interior. Et quoties in poſterum abſolute foci mentio fiet, ſemper exterior intelligendus erit. Præterea etiam ſciendum, ſi per hoc punctum B, duas rectas LBG, & CBE ducamus, quæ ſe mutuo ad angulos rectos interſecent, & quarum altera LG, angulum HBI,

in

in duas partes æquales dividat, alteram CE hanc ellipsin contacturam in puncto B, ita ut ipsam non secet; cujus demonstrationem hic addere supersedeo, quoniam Geometræ jam satis illam sciunt, & alii non sine tædio illi percipiendæ incumberent. Sed quod imprimis hic explicare statui, tale est.

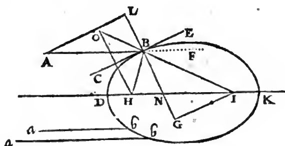
Si ex hoc eodem puncto B, extra ellipsin proferamus rectam lineam BA, parallelam maximæ diametro DK, & illa BA

æquali sumpta lineæ BI, ex punctis A & I, in LG duas perpendiculares AL & IG statuamus; hæ duæ posteriores AL & IG eandem rationem adinvicem habebunt, quam DK & HI. Adeo ut si linea AB sit luminis radius, & hæc Ellipsis DBK in superficie corporis solidi pellucidi existat, per quod juxta ea quæ supra diximus, radii facilius quam per aërem transeant, eadem proportione, qua linea DK, altera HI major est, hic radius AB ita detorquebitur in puncto B, à superficie corporis hujus pellucidi, ut inde digressurus sit versus I. Et quoniam hoc punctum B pro arbitrio in Ellipsi assumptum est, omnia quæ hic de radio AB dicuntur, in universum de omnibus intelligi debent, qui paralleli axis DK, in aliquod punctum hujus ellipsis cadunt; scilicet omnes ibi ita detortum iri, ut inde digressi coëant in puncto I.

Atque hæc ita demonstrantur: primo, quia linea AB & NI, itemque AL & GI, sunt parallelæ, triangula rectangula ALB & IGN sunt similia; Unde sequitur, AL esse ad IG ut AB ad NI; vel, quia BI & AB sunt æquales, ut BI ad NI. Deinde si HO ducatur parallela ipsi NB, & IB producatur usque ad O, manifestum erit, BI esse ad NI, ut OI est ad HI; propter triangula similia BNI, & OHI. Denique, quoniam duo anguli HBG

III Demonstratio proprietatis Ellipsis in refractionibus.

HBG & GBI sunt æquales ex constructione, angulus HOB, qui est æqualis ipsi GBI, est etiam æqualis ipsi OHB, qui nem-



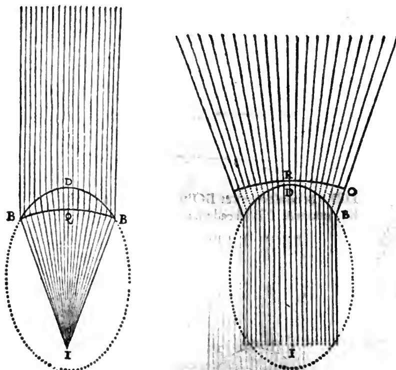
pe est æqualis ipsi HBG, ac proinde triangulum HBO est isosceles; & cum linea OB sit æqualis ipsi HB, tota OI est æqualis ipsi DK; quoniam duæ simul HB & IB sunt ipsi æquales. Et ita, ut ab initio ad finem omnia repetamus, AL se habet ad IG, ut BI ad NI; & BI ad NI, ut OI ad HI; & OI est æqualis DK; unde AL est ad IG ut DK ad HI.

IV *Nullis aliis adhibitis lineis præter circulos aut ellipses posse fieri ut radii paralleli in unum punctum coëant; aut ut ii qui ab eodem puncto procedunt: paralleli evadant.*

Adeo quidem ut si, ad describendam Ellipsin DKB, lineis DK & HI hanc proportionem demus, quam experientia didicimus, utilem metiendis refractionibus omnium radiorum, qui oblique ex aëre in vitrum, aut aliud corpus pellucidum, quo uti volumus, transeunt; & ex hoc vitro corpus expoliamus ejus figuræ, qualem describeret hæc Ellipsis, si in orbem circa suum axem DK rotaretur; radii in aëre paralleli huic axi, ut AB, *ab*, vitrum convexum illapsi, ita in ejus superficie detorquebuntur, ut omnes inde progressuri sint versus focum I, qui ex duobus H & I remotissimus est ab eo loco, ex quo procedunt. Novimus enim, radium AB in puncto B, à superficie curva vitri, quod repræsentat Ellipsis DBK, eadem ratione detorqueri debere ac detorqueretur à superficie plana ejusdem vitri, quam linea recta CBE repræsentat, in qua ex B refringi debet versus I; quum AL & IG sint ad invicem, quales DK & HI; id est, quales esse debent ad dimetiendas refractiones. Et puncto B pro arbitrio in Ellipsi selecto, quidquid de hoc radio AB demonstratum est, debet etiam de aliis intelligi, qui erunt paralleli ipsi DK, & in alia hujus ellipseos puncta cadent; adeo ut omnes debeant tendere versus I.

Præ-

Præterea quoniam omnes radii, qui ad centrum circuli vel globi tendunt, perpendiculariter incidentes in ſuperficiem illius, nullam refractionem pati debent: ſi ex centro I circulum deſcribamus, quo intervallo viſum erit, dummodo conſiſtat intra D & I, ut B Q B,



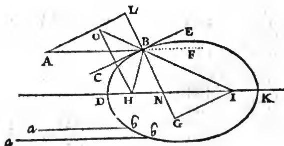
lineæ D B & Q B, circa axem D Q rotatæ, deſcribent figuram vitri, quæ in aëre in puncto I, omnes radios colliget, qui ab altera parte paralleli huic axi in aëre fuerunt: & viceverſa omnes venientes ex puncto I, parallelos ab altera parte exhibebit.

Et ſi ex eodem centro I deſcribamus circulum R O, intervallo quo volumus, ultra punctum D, ſelecto inde pro arbitrio in ellipſi puncto B; ſic tamen ne longius diſtèt à D, quam à K: ducamus rectam B O, tendentem ad I; lineæ R O, O B, & B D, in orbem

V. *Quomodo fieri poſſit ut radii qui ab uno vitri latere*

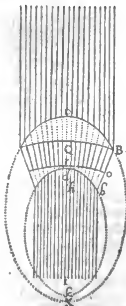
sunt paralleli, ab altero disgregentur, tanquam si omnes ab eodem puncto exirent.

orbem rotatæ circa axem RDI, figuram vitri describent, quæ omnes radios parallelos huic axi ab Ellipsis parte, huc illuc ab altera parte disperget, tanquam si omnes venirent ex puncto I. Patet enim, radium ex. gr. PB, tantum detorqueri debere à superficie concava vitri DBA, quantum AB à convexa seu gibba vitri



DBK; & consequenter BO in eadem linea recta esse debere, in qua BI, quum & PB in eadem recta sit, in qua BA, & ita de reliquis.

VI. *Quomodo fieri possit ut cùm ab utroque latere sunt paralleli, in minus spatium ab uno quàm altero latere contrahantur.*

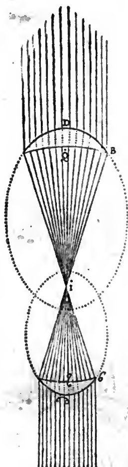


Si vero in eadem Ellipsi aliam minorem ejusdem speciei describamus, ut *dbk*, cujus focus I in eodem loco consistat, in quo alter præcedentis etiam I, & alius focus *b*, in eadem recta linea, in qua DH, & versus eandem partem; sumptoque pro arbitrio B, ut antea, rectam B*b* ducamus tendentem ad I; lineæ DB, *b*, *b* *d*, in orbem rotatæ circa axem D*d*, describent figuram vitri, quæ omnes radios ante occursum parallelos, post transitum iterum parallelos reddet; sed in minus spatium coactos, à parte minoris Ellipseos *db*, quàm à parte majoris. Et si ad evitandam crassitiem vitri DB, *bd*, ex centro I describamus circulos QB, & *ro*, super-

superficies D B Q & *r o b d*, situm & figuram duorum vitrorum minus crassiorum repræsentabunt, quæ idem efficere poterunt.

Et si duo vitra D B Q & *d b q*, similia quidem, sed magnitudine inæqualia, hac ratione disponamus, ut axes eorum in eadem recta porrigantur, duo & illorum foci I in eodem loco concurrant, superficiesque circulares B Q & *b q* sibi invicem obvertantur, idem etiam omnino agent.

VII. *Quomodo idem obtineri queat, efficiendo præterea ut radii sint inversi.*



Et si hæc duo vitra D B Q & *d b q*, similia quidem, sed magnitudine inæqualia, jungamus, vel quo libitum intervallo disjungamus, ita tamen ut eorum axes in eadem recta linea existant, & superficies illorum Ellipticæ adversæ sint, omnes radios venientes ex foco alterutrius I in alterius itidem I sistent.

VIII. *Qua ratione fieri possit ut omnes radii ab uno puncto procedentes in alio puncto congregentur.*

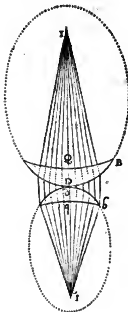
Et duo diversa D B Q & D B O R etiam hac ratione jungamus, ut superficies illorum D B & B D mutuò obvertantur, omnes radios venientes ex foco I vitri D B Q dispergent, tanquam si venirent ex I, foco alterius vitri D B O R; aut viceversa, omnes tendentes ad punctum I, colligent in altero I.

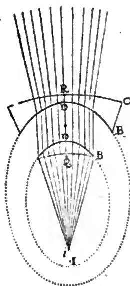
IX. *Et ut omnes ii qui ab aliquo puncto exeunt disgregentur quasi ab alio puncto promanarent.*

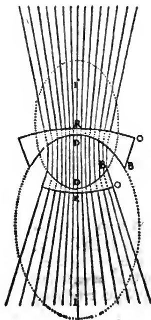
Et postremò duo D B O R & D B O R adversis superficiebus D B, B D juncta, radios qui unum perlapsi tenderent inde ad pun-

X. *Et ut omnes ii qui disgregati*

sunt, quasi ad idem punctum tenderent, iterum disgregentur, quasi ab eodem puncto prodirent.





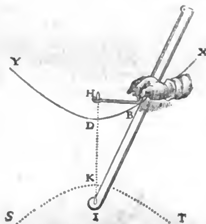


punctum I, denuò ex altero egredientes diffundent, tanquam si venirent ex alio puncto I. Et hanc distantiam punctorum I pro arbitrio augere possumus, magnitudinem Ellipsis, ex qua pendet, mutando. Atque ita solâ Ellipsi & lineâ circulari figuram præscribere possumus omnibus vitris, quibus radios, venientes ex uno puncto, aut tendentes ad unum, aut parallelos, alios in alios horum trium mutemus, omnibus modis quos possumus imaginari.

XI. *Quid sit Hyperbola, & eam describendi modus.*

Hyperbola est etiam linea curva,

curva, quam Mathematici per sectionem coni non secus quàm Ellipsin explicant. Sed ut meliùs illam cognoscamus, topiarium iterum producemus, qui inter alias figurarum varietates, quibus aream sui horti distinguit, hanc etiam adhibeat. Denuo duos palos defigit in punctis H & I, annexaque extremitati longæ regulæ resti paulò breviori, alteram regulæ extremitatem perforat, & ita injicit paxillo I, nodum autem in altera extremitate restis nexum palo H. Inde posito digito in puncto X, ubi mutuo junctæ sunt regula & restis, descendit ad D, arctè interea regulæ junctam & velut agglutinatam restim tenens: qua opera, prout deducit digitum, regulam circa paxillum rotans, lineam curvam XBD, Hyperbolæ partem, in terra describit. Et postea conversa regula in alteram partem, eaque prolata ad Y, eodem modo alteram partem YD designat. Et præterea, si transferat nodum suæ restis in paxillum I, & extremitatem regulæ in paxillum H, aliam Hyperbolen SKT describet planè similem & oppositam priori. Sed si regula & paxillis non mutatis longiorem tantùm restim admoveat, Hyperbolen alterius speciei disignabit; & si adhuc paulò longiorem,



adhuc alterius, donec ipsam regulæ planè æqualem reddens, rectam lineam loco Hyberboles describet. Deinde si paxillorum distantiam mutet eadem proportione, quâ differentiam quæ inter longitudinem funis & regulæ, Hyperbolas ejusdem quidem speciei describet, sed quarum partes similes, magnitudine different. Et tandem, si æqualiter augeat longitudinem restis & regulæ, manente differentia illarum, & paxillorum intervallo, non aliam Hyperbolen describet, sed majorem illius partem. Illa enim hujus lineæ natura est, ut licet semper magis magisque ad eandem partem inclinet, tamen in infinitum protensa, nunquam extremitates suas commit-

tat. Et ita videmus ipsam plurimis modis ad lineam rectam referri, quemadmodum Ellipsis ad circularem: item infinitas diversarum specierum esse, & singularum specierum infinitas, quarum partes similes, magnitudine differant. Et præterea si ex aliquo puncto, ut B, pro arbitrio in alterutra ex iis electo, duas rectas ducamus ad puncta H & I, in quibus duo pali descriptioni inservientes defigi debent, & quæ itidem nominabimus focos; differentia harum linearum H B & I B semper æqualis erit lineæ D K, quæ distantiam Hyperbolarum oppositarum designat. Hocque ex eo apparet, quod B I tanta præcisè longitudine B H superet, quantâ restis eadem regula brevior est; & quod etiam D I, eadem parte longior sit quam D H. Nam si à D I, auferas K I, cui æqualis est D H; D K illorum differentiam habemus. Denique etiam videmus, Hyperbolas, quæ servata eadem proportione inter D K & H I describuntur, omnes ejusdem speciei esse. Et insuper est observandum, si per punctum B, pro arbitrio in Ellipsi assumptum, rectam C E ducamus, dividentem angulum H B I in duas æquales partes, hanc eandem C E, Hyperbolen in puncto B tangere: cujus demonstrationem Geometræ in numerato habent.

XII. *Demonstratio proprietatis hyperbolæ quod ad refractiones.*

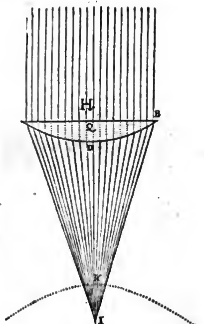
Hinc etiam notemus, si ex eodem puncto B, ad interiora Hyperboles rectam B A, parallelam axi D K, ducamus, & simul per idem punctum B, lineam L G, ad angulos rectos secantem C E

X C G T A B O E L N H D K I Y S

pro-

proferamus, & deinde sumptâ B A æquali B I, à punctis A & I duas perpendiculares in L G mittamus: has duas posteriores, A L & I G, eandem proportionem inter se habituras quam duæ D K & H I. Et consequenter si hanc Hyperboles figuram vitro dederimus; cujus refractiones metimur per proportionem, quæ inter lineas D K & H I; illam omnes radios axi suo in hoc vitro parallelos, extrinsecus collecturam in puncto I; saltem si convexum sit hoc vitrum; nam si concavum, alios aliò disperget, tanquam si venirent ex hoc puncto I.

Quorum hæc est demonstratio. Primò, quia lineæ A B & N I, itemque A L & G I, sunt parallelæ, triangula rectangula A L B & I G N sunt similia: unde sequitur, A L esse ad I G ut A B ad N I; vel, quia B I & A B sunt æquales, ut B I ad N I. Deinde si H O parallelam ducamus ad L G, manifestum est, ita se habere B ad N I, quemadmodum O I ad H I, ob similitudinem triangulorum B N I & O H I. Postremò duobus angulis E B H & E B I ex constructione æqualibus, & H O, quæ parallela L G secante ad angulos rectos C E, duo triangula, B E H, & B E O, omnino erunt æqualia. Et ita B H, basi unius, æquali existente B O basi alterius, relinquitur O I differentia inter B H & B I, quam supra diximus esse æqualem D K: Ideoque A L est ad I G, quemadmodum D K ad H I. Vnde sequitur, observata semper inter lineas D K & H I proportione, quæ apta est dimetiendis refractionibus vitri, aut similis materiæ, qua uti animus est; (sicut in describenda Ellipsi fecimus; hoc tantum excepto; quod D K non possit hîc esse nisi brevissima, cùm è contrà, ubi de Ellipsi agebatur, debuerit esse longissima) si describamus

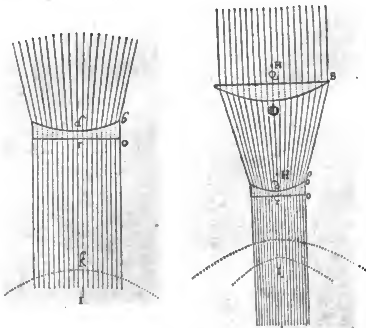


mus partem Hyperboles quantamlibet, ut D B; & à B ad angulos rectos deducamus in K D, rectam B Q; duas lineas D B & B Q, duas lineas D B & Q B, in orbem circa axem D K rotatas, figuram vitri delineaturas, quæ omnes radios illud permeantes, & parallelos axi in aëre, à parte superficiei planæ B Q (in qua nullam refractionem patiuntur) colliget ab altera parte, in puncto I.

XIII. *Quomodo ex solis hyperbolis & lineis rectis fieri possint vitra, quæ radios omnibus iisdem modis mutent, atque illi qui ellipsibus & circulis constant.*

Et, si facta Hyperbole *d*● quæ similis sit præcedenti, rectam *r o* ubicunque libuerit ducamus; sic tamen ut Hyperbolâ non sectâ, ad perpendiculum in axem illius *d k* incidat, & duo puncta *b o* per aliam rectam parallelam axi *d k* jungamus; tres lineæ, *r o*, *o b*, & *b d*, rotatæ circa axem *d k*, describent figuram Vitri, omnes radios axi parallelos à parte superficiei planæ, huc illuc ab altera parte dispergentem, tanquam si venirent ex puncto I.

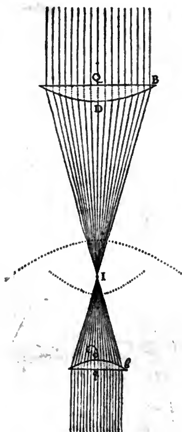
Et si breviori sumpta linea H I, ad describendam Hyperbolen vitri *r o b d*, quàm erat ad describendam alteram vitri



D B Q, disponamus hæc duo vitra tali ratione, ut axes illorum D Q,

DQ, *rd*, in eadem recta jaceant, & duo foci in eodem loco I; adversis duabus superficiebus Hyperbolicis, omnes radios axi ante occursum parallelos, post transitum itidem parallelos, & magis in arctum coactos à parte vitri *robd*, quam à parte alterius, reddent.

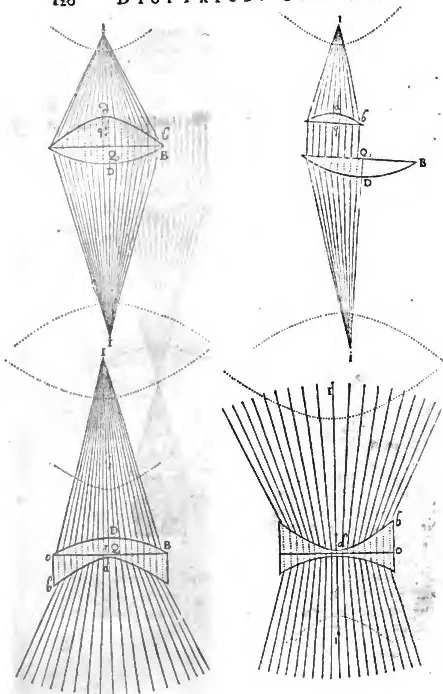
Et si duo DBQ & *dbq*, similia quidem, sed magnitudine inæqualia, ita disponamus, ut axes illorum DQ & *dq* etiam in eadem recta porrigantur, & duo foci in eodem loco I concurrant, adversis duabus superficiebus Hyperbolicis; idem agent quod proxime præcedentes; radios scilicet axi ab una parte parallelos etiam ab altera parallelos reddent, & simul in arctius spatium cogent à parte minoris vitri.



Et si planas superficies duorum vitrorum DBQ & *dbq* jungamus aut disjungamus intervallo quo lubet, obversis tantum superficiebus planis, quamvis eorum axes in eandem rectam non coïncidant, modo tantum sint paralleli; vel potius si componamus aliquod vitrum, figuram duorum ita junctorum repræsentans: illius ope efficiemus, ut radii, venientes ex uno punctorum I, in altero ab opposita parte coëant.

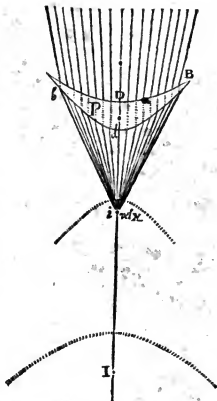
Et si fabricemur aliquod vitrum, quod habeat figuram duorum DBQ & *robd*, ita junctorum, ut eorum superficies planæ se mutuo contingant, illud omnes radios venientes ex uno punctorum I disgregabit, tanquam si venirent ex altero.

Et



I
d
q
C
Q
B
D
I
d
b
q
O
B
D
i
I
D
Q
B
o
d
b
I
b
d
o
i

Et postremo si vitrum componamus ejusdem figuræ, quam reddunt duo *r o b d*, quum ipsorum duæ planæ superficies conjunctæ sunt, efficiemus ut omnes radii qui convergentes in hoc vitrum ferentur, tanquam si essent ultra ipsum coituri in puncto I, postquam illud pertransiverint, divergant, tanquam si venirent ex altero puncto I.



Atque hæc omnia mea quidem sententia tam perspicua sunt, ut sola contemplatio figurarum, ad rei cognitionem sufficere possit.

Porro, easdem mutationes radiorum quas explicavimus, primo per duo vitra elliptica, deinde per totidem hyperbolica, & duo alia, producere possunt, quorum hoc Hyperbolicum, illud Ellipticum. Et præterea infinita alia possumus imaginari, idem omnino agentia, scilicet ut omnes radii venientes ex uno puncto, aut tendentes ad unum, aut paralleli, ex aliis in alios horum trium mutentur. Sed hoc loco de iis verba facere supervacuum arbitror, quoniam commodius in Geometria poterunt explicari; atque ea quæ jam descripsimus, sunt omnium aptissima ad nostrum institutum, quemadmodum hic ostendere conabor; & eadem opera, exponendo præcipuas omnes differentias, quæ inter ipsa esse possunt, quænam præ cæteris sint eligenda, demonstrabo.

XIV. *Etiamsi multæ aliæ figuræ sint quæ eosdem effectus producere queunt, nullæ tamen præcedentibus ad conspicilia esse aptiores.*

Harum differentiarum prima consistit in eo quod figura unius delineatu longe facilior sit quam alterius: & certum est, post lineam rectam

XV *Figuras solis hyperbo-*

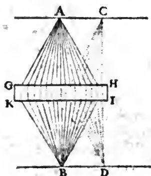
ls, & lineis rectis constantes, delineatu esse faciliores.

rectam circularem, & parabolam, ex quibus solis talis vitri figura componi non potest, nullam Ellipsi aut Hyperbola simpliciorem dari, ut cuivis inquirenti liquebit. adeò quidem ut quum linea recta delineatu facilior sit, quam circularis, & Hyperbole haud difficilior quam Ellipsis, vitra quorum figuræ ex Hyperbolis & rectis lineis componuntur, facillime omnium expoliri posse videntur. Hinc secundum locum tenent, quæ circulis & Ellipsibus constant; reliquæ omnes nobis non explicatæ, majoris sunt operæ. Saltem quantum ex motuum quibus describuntur simplicitate potest judicari. Nam si qui forsan artifices vitra sphærica commodius expoliant quam plana, hoc contingit ex accidenti, & ad hujus scientiæ theoriam, quam solam explicandam suscepi, non spectat.

XVI.

Quæcunque sit vitri figura, non posse id accurate efficere, ut radii à diversis punctis prodeuntes, in totidem aliis diversis punctis congregentur.

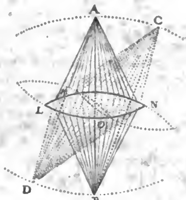
Secunda differentia in eo est, quod inter plura vitra, eodem modo radios immutantia, qui referuntur ad unum aliquod punctum, aut paralleli ab altera parte veniunt, illa quorum superficies sunt minus aut minus inæqualiter incurvatæ, ita ut refractiones minus inæquales producant, radios ad alia puncta relatos, vel ab alia parte venientes, semper aliquanto accuratius quam reliqua immutent. Sed ad perfectam hujus cognitionem observatu necessarium est, solam inæqualitatem curvaturæ linearum, quibus figuræ horum vitrorum componuntur, obstare, quo minus dispositio radiorum qui referuntur ad plura diversa puncta, aut paralleli veniunt ex pluribus diversis partibus, æque exacte mutetur, atque illa radiorum qui ad unum tantum punctum referuntur, aut veniunt ex una eademque parte paralleli. Si enim ex. gr. ad radios venientes ex puncto A, colligendos in puncto B, superficies vitri interpositi GHIK, omnino planæ esse deberent, ita scilicet, ut linea recta GH, quæ unam ex iis repræsentat, vim haberet efficiendi ut omnes isti radii, venientes à puncto A, fierent paralleli dum essent in vitro, & eadem ratione altera linea recta KI, efficeret ut iidem egredientes ex vitro tenderent versus B; eædem hæ lineæ GH & KI, efficerent etiam ut radii omnes venientes à puncto C, tenderent versus D; & generaliter ut



omnes

omnes ii qui ex aliquo punctorum lineæ rectæ AC (quam suppono parallelam ipsi GH) versus unum aliquod ex punctis rectæ BD (quam facio parallelam ipsi IK, & tantumdem ab ea distantem quantum AC distat à GH) flecterentur. Cum enim hæ lineæ GH & IK, nullo modo incurvatæ sint, omnia puncta aliarum AC & BD, referuntur ad ipsas eodem modo.

Simili ratione si esset vitrum quale LMNO, (cujus suppono superficies LMN & LON esse duo æqualia sphæræ segmenta,) quod vim haberet efficiendi ut radii omnes egressi ex puncto A cogerentur in puncto B; haberet eodem modo efficiendi ut omnes ex puncto C cogerentur in D; & generaliter, ut omnes, qui procederent ex uno aliquo punctorum superficiei CA, (quam suppono esse segmentum sphæræ, idem centrum habentis quod LMN,) colligerentur in uno aliquo ex punctis superficiei DB, (quam itidem suppono esse segmentum sphæræ,



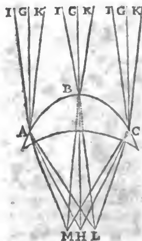
idem habens centrum quod LCN, & ab isto centro æque distare atque AC distat ab LMN,) quoniam omnes partes harum superficierum LMN & LON sunt æqualiter curvatæ, respectu omnium punctorum quæ sunt in superficiebus CA, & BD.

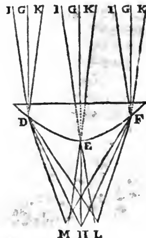
Sed quia nullæ lineæ sunt in natura præter rectam & circularem, quarum omnes partes eodem modo se habeant ad omnia puncta alicujus alterius lineæ, & neutra ex his sufficit ad componendam figuram vitri, quæ omnes radios, venientes ex aliquo puncto, accurate in alio colligere possit; satis liquet, nullam earum quæ huic rei inserviunt, omnes radios ex aliquot punctis elapsos, accurate in aliis punctis coacturam. Et ad seligendas ex iis, quæ radios minus dispergunt circa locum in quo illos colligere volumus, minus curvatæ, & minus inæquales, cæteris præferendæ erunt, ut, quantum possint, ad circularem aut ad rectam proxime accedant; & potius ad rectam, quam ad circularem, propterea quod hujus partes habent tantum eundem respectum ad illa puncta, quæ æqualiter ab ejus centro distant, nec ullum aliud eodem modo respiciunt quo illud centrum. XVII. *Vitra hyperbolica omnium optima esse in hunc finem.*

Vnde facile concluditur, Ellipsin ab Hyperbola hac in re separari, & nullam excogitari posse vitri figuram, quæ omnes radios, ex diversis punctis venientes, in totidem aliis æque remotis à vitro ac priora tam accurate colligat, quam illa quæ constat ex duabus æqualibus Hyperbolis. Et quidem etiamsi hic accuratæ totius hujus rei demonstrationi supersedeam, facile tamen est applicare ea quæ jam dixi ad alios modos inflectendi radios, qui respiciunt diversa puncta, vel paralleli veniunt ex dixersis partibus; atque ita cognoscere, vitra Hyperbolica, vel ad hoc esse omnium aptissima, vel certe nullis aliis tam insigniter minus apta, ut iis idcirco debeant postponi, quibus jam diximus esse præferenda, ex eo quod facilius poliantur.

XVIII. *Radios à diversis punctis procedentes, magis dispergi vitro hyperbolico trajecto, quam elliptico: quantoque ellipticum densius est, tanto minus illud trajiciendo dispergi.*

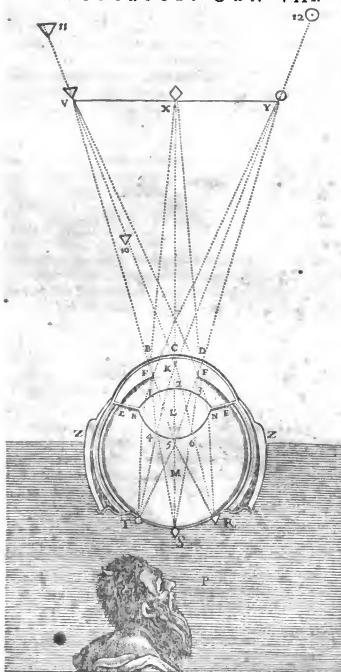
Tertia horum vitrorum differentia in eo consistit, quod alia efficiant ut radii, qui ea pertranseuntes decussantur, paulo magis post illam decussationem ab invicem removeantur; & alia paulo minus. Vt si ex. gr. radii G G veniant ex centro Solis, I I ex sinistra ejus





circumferentiæ parte, & K K ex dextra; postquam pertransiverint vitrum Hyperbolicum D E F, magis ab invicem removebuntur quam prius; (hoc est, angulus M F L, major erit angulo I F K, & ita de cæteris) & contra, postquam pertransiverint Ellipticum

A B C,


11
12
V
X
Y
10
B
C
D
K
F
F
E
N
L
N
E
Z
Z
4
5
6
M
T
S
R
P

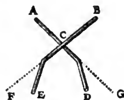
ABC, magis ad invicem accedent; (hoc est, angulus MCL, minor erit angulo ICK) Adeo ut hoc Ellipticum puncta LHM sibi invicem propiora reddat, quam Hyperbolicum; Et quidem tanto magis propinqua reddit quanto crassius est.

XIX. *Quantamcunque densitatem habeat, non posse id imaginem quam isti radii pingunt, nisi quartâ aut tertiâ parte minorem reddere quàm faciat hyperbolicum: & inaequalitatem tantò majorem esse quantò major est vitri refractio. Nullam vitro figuram dari posse quae imaginem istam majorem reddat hyperbolicâ, aut minorem ellipticâ.*

Sed quantam demum crassitiem illi demus, nunquam nisi ad summum quarta vel tertia parte propius quam Hyperbolicum illa jungat. Atque haec diversitas à quantitate refractionum quae in vitro fiunt pendet, ita ut crystallus montana, quae illas paulò majores reddit, quàm vitrum, possit etiam hanc paulò majorem efficere. Sed nullius figurae vitrum potest excogitari quod haec puncta L, H, M, multò magis sejungat quàm Hyperbolicum; nec quod magis cogat quàm Ellipticum.

XX. *Quomodo intelligendum sit, radios à diversis punctis promanantes decussari in prima superficie, quae efficere potest ut in totidem aliis diversis punctis congregentur.*

Hîc autem ex occasione notare possumus, quo sensu supra dictum sit, radios ex diversis punctis manantes, aut diversis partibus parallelos, omnes in prima superficie decussari, quae efficiat ut in totidem aliis iterum colligantur. Vt quum audivimus, illos objecti VXY, qui imaginem RST in oculi fundo delineant, decussari in primâ illius superficie BCD. Hoc enim ex eo pendet, quod exempli gratiâ tres radii, VCR, XCS, & YCT, reverâ decussentur in hac superficie BCD, in puncto C. Vnde sequitur, licet radius VDR longè altiùs occurrat radio YBT, & VBR inferiùs radio YDT, quia tamen ad eadem puncta tendunt ad VCR & YCT, eadem ratione considerari posse, ac si in eodem loco decussarentur. Et quum eadem haec superficies BCD illos ita disponat, ut omnes ad eadem puncta tendant, potiùs cogitare debemus, ibi universos decussari, quàm superiùs aut inferiùs. Non obstante quòd & aliae superficies 123 & 456 illos detorquere possint. Quemadmodum duo bacilla curva, ACD, & BCE, licet multùm à punctis F & G recedant; ad quae irent, si recta essent, & tantumdem atque nunc in puncto C decussarentur; nihilominus tamen revera in hoc puncto C decussantur.



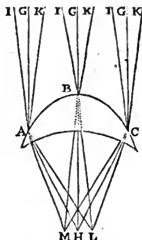
Sed interim adeò curva esse possent, ut iterum in alio puncto decussa-

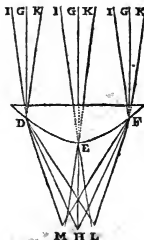
ren-

rentur. Et eadem ratione radii permeantes duo vitra convexa DBQ & *dbq* in superficie prioris decussantur, deinde iterum in altera posterioris; ii saltem qui ex diversis partibus allabuntur; alios enim qui ex eadem manant, palàm est demum in puncto I decussari. NB. Vide fig. pag. 119.

XXI. *Vitra Elliptica magis urere quàm Hyperbolica: & quomodo metiri oporteat vim speculorum aut vitrorum urentium. Nulla posse fieri quæ lineam rectam urant in infinitum.*

Obiter etiam observemus, radios solis, vitro Elliptico ABC collectos, vehementiùs urere quàm si per Hyperbolicum DEF collecti forent. Neque enim tantummodo radiorum ex centro Solis manantium, ut GG, ratio habenda, sed etiam aliorum: qui cum ex aliis ejus partibus fluant, non multò minùs virium habent quàm illi, qui ex centro: adeò ut vehementia caloris quem excitant, æstimari debeat ex magnitudine vitri vel speculi quod il-





los colligit, comparata cum magnitudine spatii in quo colligit. Ita, exempli gratiâ, si diameter vitri ABC sit quadruplo major distantia, quæ est inter puncta L & M, radii ejus ope collecti sedecies tantum roboris habebunt, quantum haberent vitrum planum permeantes, quod illos nullo modo detorqueret. Et quoniam distantia inter puncta M & L major vel minor est, pro ratione intervalli, quod est inter illa & vitrum ABC, vel simile aliud corpus radios ibi cogens; nec ipsam magnitudo diametri hujus corporis, nec particularis ejus figura, nisi una quarta, aut ad summum tertia parte, potest augere; certum est, hanc lineam combu-ren-

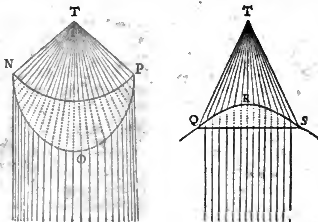
burentem in infinitum, quam quidam ſomniarunt, vanam & imaginariam eſſe.

XXII. *Minima vitra aut ſpecula tot radios congregare ad urendum, in ſpatio in quo eos congregant, atque maxima, quæ figuras minimis iſtis ſimiles habent, in æquali ſpatio: iſtaque maxima nullam aliam prærogativam habere, quàm eos in ſpatio majori & remotiori congregandi: atque ita ſpecula aut vitra valdè parva fieri poſſe, quæ tamen magnam urendi vim habeant. Speculum comburens cujus diameter non excedit 100 partem diſtantiæ ad quam radios congregat, non poſſe efficere ut vehementius urant aut calefaciant, quàm illi qui directè à Sole procedunt.*

Et ſi duo vitra vel comburentia ſpecula ſumamus, quorum unum altero majus, qualiacunque demum ſint, dummodò ſimilium figurarum, majus quidem radios Solis in ſpatio majori colliget, longius etiam à ſe reddet, quàm minus: interim in ſingulis partibus hujus ſpatii, non plus vitium hi radii habebunt, quàm in altero, in quo minus illos colligit. Atque ita vitra & ſpecula valdè exigua fieri poſſunt, æquè vehementer comburentia, ac maxima. Et ſpeculum comburens, cujus diameter non multo major eſt centeſima circiter parte diſtantiæ, quæ inter illum & locum in quo radios Solis colligere debet, id eſt, cujus eadem ſit ratio ad hanc diſtantiam, quæ diametri Solis ad eam, quæ inter nos & Solem, licet angeli manu expoliatur, non magis calefaciet illum locum, in quo radios quàm maximè colliget, quàm illi radii, qui ex nullo ſpeculo reflexi directè ex Sole manant. Atque hoc etiam ferè eodem modo de vitris comburentibus intelligi debet. Vnde patet, eos qui non conſummatam Optices cognitionem habent, multa fingere quæ fieri non poſſunt; ſpecula illa famoſa quibus Archimedes navigia procul incendiſſe fertur, vel admodum magna fuiſſe, vel potiùs fabuloſa eſſe.

XXIII. *Vitra elliptica plures*

Quartum diſcrimen, in vitris de quibus agimus notandum, ad ea imprimis pertinet, quæ mutant diſpoſitionem radiorum ex pro-



pin-

pinquo aliquo puncto manantium, & in eo consistit, quod alia, nempe quorum superficies illi puncto obversa quàm maximè est concava, pro ratione ipsorum magnitudinis majorem copiam radiorum admittant, quàm alia, licet diametrum non habeant majorem. Et in hac re vitrum Ellipticum N O P (quod tam magnum supponimus, ut extremitates illius N & P, sint puncta determinantia minimam Ellipsis diametrum) Hyperbolicum Q R S superat, licet pro arbitrio magnum fingatur; & ad hunc effectum nullo alio inferius est.

ex eodem puncto radios accipere posse, ut eos postea parallelos reddant, quàm ullius alterius figuræ.

XXIV. *Sæpe vitra hyperbolica ellipticis esse præferenda, quod uno tantumdem atque duobus effici possit.*

Postremò hæc vitra etiam in hoc differunt, quod ad eadem effecta producenda, circa radios qui referuntur ad unicum punctum, vel sunt paralleli, illa quæ sunt quarumdam figurarum debeant esse plura numero, vel efficere ut radii qui alia puncta vel alias partes respiciunt, pluribus vicibus decussentur, quàm quæ sunt aliarum: ut supra vidimus ad radios ex uno puncto manantes, in alio colligendos, aut dispergendos tanquam si ex alio venirent, aut rursus ad dispergendos, illos, qui versus aliquod punctum tendunt, tanquam si ex aliquo alio egrederentur, semper duo vitra Elliptica esse adhibenda, quum ad idem efficiendum unico tantum Hyperbolico opus sit. Et parallelos, servato parallelismo, in minus spatium quàm antea occupabant arctari posse, tam per duo vitra Hyperbolica convexa, quæ radios ex diversis punctis venientes bis decussant, quàm per convexum & concavum, quæ semel tantùm eosdem decussant. Sed manifestum est, nunquam pluribus vitris utendum, quoties unum sufficit, nec procurandum ut sæpius radii decussentur, ubi semel decussati idem præstare possunt.

Atque ex his omnibus est concludendum, vitra elliptica & Hyperbolica, cunctis aliis, quæ possunt excogitari, præstare; Et præterea ferè semper Hyperbolica Ellipticis esse præferenda. Quibus præmissis hîc deinceps exponam qua ratione mihi videatur unumquodque genus specillorum fieri debere, ut quam maximam perfectionem acquirat.

CAPVT NONVM.

Descriptio Specillorum.

I.
Qualis eligenda sit perspicillorum materia: & cur fere semper fiat aliqua reflexio in corporum pellucidorum superficie: curque reflexio ista validior sit in crystallo quàm in vitro.

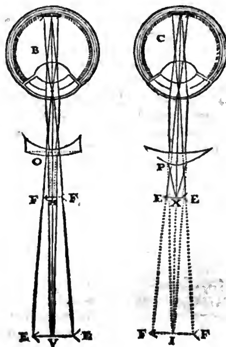


Rimò omnium necessarium est, pellucidam materiam eligere, politu facilem, & tamen satis duram, ad figuram quæ ipsi dabitur retinendam; præterea minimum coloratam, & quàm minimè reflexioni obnoxiam. Et quidem in hunc usque diem non alia reperta fuit, quæ omnes has conditiones perfectius expleat, quàm vitrum valde purum & translucidum, ex cinere subtilissimo conflatum. Licet enim crystallus montana purior & pellucidior videatur, tamen quum superficies illius plures radios quàm vitrum reflectant ut experientia docere videtur, non tam apta forsan nostro proposito fuerit. Hîc autem ad cognoscendam hujus reflexionis causam, & quare potiùs in superficiebus tum vitri tum crystalli fiat, quàm in medio illorum, item quare major in superficie crystalli quàm vitri, nobis in memoriam revocandum est, qua ratione supra naturam luminis descripserimus, dicentes, illam nihil esse in pellucido corpore, præter actionem aut inclinationem ad motum, materiæ cujusdam subtilissimæ, omnes illius poros replentis; & cogitandum, poros omnium corporum pellucidorum adeò æquales & rectos esse, ut facillimè hanc materiam subtilem sine morâ & offensione transmittant; Sed nunquam poros duorum corporum pellucidorum diversæ naturæ, ut illi aëris & vitri seu crystalli, tam accuratè ad invicem respondere, quin semper nonnullæ particulæ materiæ subtilis, manantes, exempli gratia, ex aëre ad vitrum, inde resiliant, partibus solidis superficiei illius occurrentes, & eadem ratione ex vitro in aërem delatæ, partibus solidis superficiei aëris obviæ, eo unde venerant reflectantur; sunt enim in aëre multæ, quæ respectu hujus materiæ subtilis, solidæ possunt nominari. Quibus cognitis si consideremus, crystallum componi ex partibus solidis crassioribus, & poros habere angustiores, quam vitrum, quemadmodum ex majori ejus duritie simul & pondere satis, patet, facilè credemus, illam plures ex istius materiæ subtilis particulis superficie sua repulsuram, & ex consequenti paucioribus radiis aditum præbituram quàm vel aër vel vitrum, licet interea faciliorem transitum, quàm illa, præbeat iis quibus præbet, juxta ea quæ supra dicta sunt.

Itaque

II. *Descriptio conspicillorum quæ myopibus inserviunt, & iis qui tantum eminus videre possunt.*

Itaque selecto purissimo vitro, minimè colorato, & paucissimos radios reflectente, si illius ope defectui eorum opem ferre volumus, quorum acies non tantum ad remota valet, quantum ad propinqua, vel contra non tantum ad propinqua quantum ad remota, aptissimæ ad hoc figuræ erunt, quæ ex Hyperbolis constant. Vt si, exempli gratiâ, oculus B, vel C, à natura comparatus sit ad colligendos in suo fundo omnes radios manantes ex puncto H vel I, at non illos ex V, vel X: ut tamen & hoc V vel X accuratè cernat, interponendum est vitrum O, vel P, cujus superfi-



cies, una concava, altera convexa, ope duarum Hyperbolarum descriptæ sunt; & concava quæ oculo est obvertenda, habet pro foco punctum H vel I, & convexa punctum V vel X.

III. *Cur supponi possit, radios a puncto satis re-*

Atque si punctum I, vel V, satis remotum sit ab oculo, nempe ad quindecim aut viginti pedes aut ampliùs; tunc loco Hyperbolæ, cujus focus esse deberet, sufficiet uti linea recta, & sic facere

moto prodeuntes esse quasi parallelos: & cur non sit necesse, conspiciliorum quibus utuntur senes figuram valde accuratam esse.

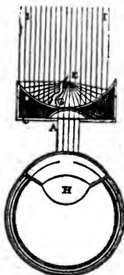
unam ex superficiebus vitri omnino planam; nempe interiorem, quæ oculo obverti debet, si sit punctum I, quod ita remotum supponimus; & exteriorem, si sit punctum V. Tum enim tanta objecti pars, quanta est pupillæ magnitudo, loco unius puncti erit, quum non plus spatii in oculi fundo occupet, quàm extremitatem unius capillamenti nervi optici.

Neque etiam necessarium est, quoties objecta paulò magis vel minùs distantia volumus contueri, alia statim adhibere vitra; sed sufficit ad usum, habere duo, quorum alterum distantiæ rerum, quas vulgo contemplamur, minimæ congruat, & alterum maximæ; vel etiam unum quod inter hæc duo medium sit. Cum enim oculi quibus aptari debent, non omnino immoti sint, & rigidi, facile ad figuram talis vitri mutantur.

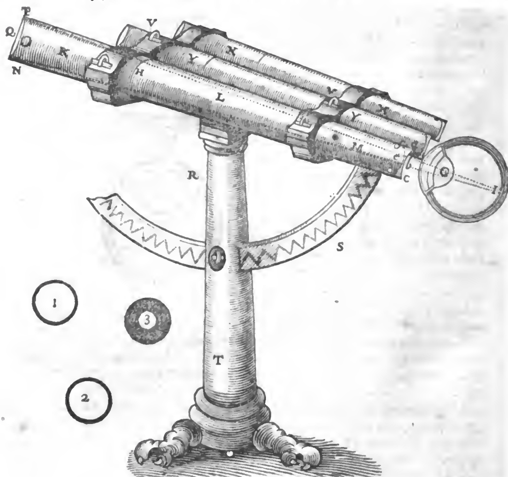
IV.
Quomodo perspicilla pulicaria ex unico vitro fieri debeant.

Quodsi etiam ope unius vitri cupiamus efficere, ut objecta accessa (id est, quæ oculo quantum volumus possunt admoveri) multo majora & magis distincte appareant, quam dum respiciuntur sine specillis; commodissimum erit, superficiem hujus vitri interiorem omnino planam reddere, exteriorem autem Hyperbolicam; cujus focus in eo loco sit, in quo objectum libuerit collocare. Notandum tamen, hic commodissimum dici, non omnino optimum; nam concedo quidem, si huic superficiei figuram Ellipseos demus, cujus itidem focus ibidem sit ubi objectum, & alteri figuram segmenti sphæræ, cujus centrum in eodem hoc foco, effectum paulo majorem fore: sed multo minus commode tale vitrum poterit expoliri. Hic autem focus, sive Hyperbolæ, sive Ellipsis, tam propinquus esse debet, ut objecto (quod non nisi valde exiguum esse potest) ibi locato, non majori intervallo distet à vitro, quam necesse est, ut lumen quo debet illustrari, ex circumjacentibus locis ad illud accedat. Atque hoc vitrum theca aliqua est ita includendum, ut totum illa contegatur, media tantum ejus parte excepta, quæ magnitudine pupillam æquet, vel etiam sit paulo minor. Debentque omnes hujus thecæ partes, quæ oculo obvertentur, nigræ esse. Et præterea non erit inutile, ipsius oras holoserico nigro circumdare, ut tanto commodius, oculo quam proxime admota, radios omnes luminis excludat, præter eos, qui per partem vitri detectam admittentur. Sed extrinsecus præstabit, ejus superficiem albam esse, vel potius tersam & politam, figuramque habentem speculi concavi, ut omnes radios luminis in se effusos ad objectum reflectat. Et ad sustinendum objectum

ctum eo in loco, in quo esse debet ut ope specilli conspiciatur, non improbo perexiguas illas ampullas ex vitro vel crystallo, quarum usus in Gallia jam vulgaris est & frequens. Sed ut aliquanto plus artis adhibeamus, melius erit si fulcro aliquo, brachioli instar, ex theca protenso, sustineatur. Et denique ut abunde luminis adsit, totum specillum simul cum objecto erit Soli obvertendum. Vt si A sit vitrum, C pars interior thecæ cui inclusum est, D exterior, E objectum, G brachiolum sustinens, H oculus, & I Sol, cujus radii directe in oculum non penetrant, ob interjectum tam conspicillum quam objectum, sed effusi in corpus album, vel speculum D, resiliunt inde primo ad E, & tandem ab E ad oculum.



Si vero aliquod specillum ad astra & alia objecta remota & inaccessa contemplanda volumus fabricare, duobus Hyberbolicis vitris, convexo uno & altero concavo, duabus tubi extremitatibus, ut hic videri possunt, insertis id erit componendum. Et primo *a b c* superficies vitri concavi *a b c d e f*, figuram Hyperbolicam exigit; cujus focus ea distantia absit, à qua oculus cui hoc perspicillum paratur quam accuratissime sua objecta cernit. Hic ex. gr. oculo G ita disposito, ut distinctius cognoscat objecta quæ ad H, quam ulla alia, H debet esse focus Hyperboles *abc*. & pro senioribus qui rectius objecta remota quam propinqua vident, hæc superficies *a bc* omnino plana esse debet; contra pro iis, quorum acies ad propinqua valet, satis concava. Altera superficies *df* figuram alterius Hyperbolæ exposcit, cujus focus I transversum pollicem aut circiter ab ea distet, ita ut oculi fundum contingat cum ejus superficiei perspicillum erit conjunctum. Hæ tamen proportiones non tam absolute necessariæ sunt, quin multum etiam mutari possint, ita ut non aliter facta superficie *abc* pro senibus, nec pro myopibus quam pro cæteris, omnibus oculis idem perspicillum possit inservire, si tantum ejus tubus nunc aliquantulum diducatur, nunc contrahatur. Et quod ad superficiem *d e f*, forsan ob difficultatem V. *Quid requiratur in telescopiis, ut sint perfecta.*



ipſam multum excavandi, præſtabit, figuram Hyperboles illi dare, à qua focus aliquanto magis diſtet, quàm dictum eſt; quod uſus felicius quàm mea præcepta docebit. Et in univerſum hoc tantum dico quo propius aderit hoc punctum I reliquis paribus, eo majora objecta viſum iri, quia tunc oculus ita erit diſponendus, ac ſi propriora eſſent; & viſionem magis fortem ſive perſpicuam futuram, quia tunc alterius vitri diameter poterit major eſſe: Verum ſi nimis vicinum fiat, illam non adeò diſtinctam fore, quia tunc multi radii nimis oblique, pro ratione aliorum, in vitri ſuperfi-

perficiem cadent. Diameter autem hujus vitri, sive pars quæ retecta esse debet, cùm tubo K L M inclusum est, satis magna erit, si aliquantulum excedat pupillæ quam maxime diductæ quantitatem. Et quod ad ejus crassitiem attinet, nunquam nimis exigua esse potest. licet enim illam augendo imagines objectorum paulo majores reddantur, quia tunc radii à diversis punctis venientes paulo magis in ea parte, quæ oculum respicit, divergunt; fit etiam è contra ut pauciora & minus distincte appareant; suntque aliæ viæ commodiores ad imaginum magnitudines augendas. Quantum ad vitrum convexum N O P Q, superficies illius N O P, objecta respiciens, omnino plana esse debet, & altera N O P Hyperbolica; cujus focus accurate in eundem locum cadat, in quem alterius Hyperboles *d e f*; & quo perfectius telescopium desideramus, eo magis focus iste removendus est à puncto O. Præterea magnitudo diametri hujus vitri determinatur à duabus rectis lineis I *d* N & I *f* P, ductis à foco I, per *d* & *f*, extremitates diametri vitri hyperbolici *d e f*; quam diametro pupillæ æqualem esse suppono. Sed etiamsi diameter vitri N O P Q aliquanto minor sit, tamen objecta propterea non magis confusa, nec minora, sed tantum minori luce perfusa apparebunt. Quapropter quoties illa nimis lucida erunt, diversi circuli nigri chartacei, vel similes, in promptu habendi, ut 1 2 3, ad obtegendas illius oras, & partem ejus retectam, quantum lumen ex objectis effusum permiserit, angustissimam reddendam. Crassities autem hujus vitri neque prodesse neque obesse potest, nisi forsan ideo potest obesse, quod vitrum quamvis purissimum & maxime tersum, semper tamen radios aliquanto plures reflectat, quam aër. Tubus K L M ex materia firma & solida fieri debet, ut duo vitra duabus illius extremitatibus immissa, accurate semper eodem situ ibi hæreant. Totus etiam intrinsecus niger esse debet, atque holoserico nigro circa oram ad M vestiri, ut arcte oculo junctus omnem lucem excludat, eâ excepta quæ permeabit vitrum N O P Q. Longitudinem autem illius, & latitudinem, distantia & magnitudo duorum vitrorum certam reddit. Postremo necessarium erit, hunc tubum machinæ cuidam imponi, ut R S T, cujus opera verti in omnes plagas possit, & firmiter sisti è regione objectorum, quæ volumus contemplari. Et hujus quoque rei gratia dioptra vel duo pinnacidia, ut V V, huic machinæ affigenda erunt. Et insuper etiam, quia quo magis hæc perspicilla objectorum imagines augent, eo pauciores simul

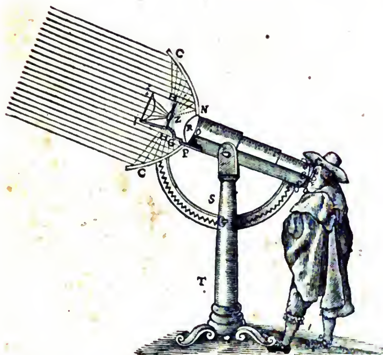
repræ-

repræſentant, non abs re fuerit, iis, quæ illas quam maxime augent, alia minus perfecta adjungere, ut eorum ope tanquam per gradus, ad cognitionem loci, in quo erit objectum quod perfectiſſima exhibebunt, deveniatur. Talia hic ſunt X X & Y Y, quæ perfectiſſimo Q L M ita adjuncta eſſe ſuppono, ut ſi vertatur machina cui impoſita ſunt, donec per dioptras V V planeta Iovis appareat, idem etiam per ſpecillum X X appareat, & præterea hujus ſpecilli ope quatuor alii minores planetæ Iovem comitantes dignoſcantur. Deinde ſi machina rurſus ita dirigatur ut unus aliquis ex his minoribus planetis per centrum hujus ſpecilli X X conſpiciatur, conſpicietur etiam per aliud ſpecillum Y Y; ubi quia ſolus & multo major quam prius apparebit, diverſæ etiam regiones in eo diſtinguentur. Et denique ex his regionibus, quæ per centrum hujus ſpecilli Y Y ſpectabitur, ſpectabitur etiam per tertium ſpecillum K L M, cujus ope variæ res minores quæ in illa regione erunt, diſcernentur. Sed ſciri non poſſet, iſtas res eſſe in tali regione, talem ex planetis qui Iovem comitantur, ſine ope aliorum; nec etiam illud in loca determinata, verſus quæ volumus reſpicere, commode dirigere poſſemus.

His autem tribus perſpicillis, quartum aut plura perfectiora poterunt adjungi; ſaltem ſi artificibus induſtria ad id requiſita non deſit. Et nullum quidem inter hæc perfectiſſima & imperfectiora diſcrimen eſt, niſi quod eorum vitrum convexum debeat majus eſſe, & ejus focus remotior. Denique ſi manuum induſtria præſtare poſſit, quod ars docet; hujus inventi beneficio poterimus res tam particulares & minutas in aſtris videre, quam ſint eæ quas vulgo in terra percipimus.

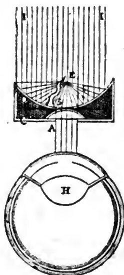
VI. *Qualia itidem eſſe debeant perſpicilla pulicaria, ut ſint perfecta.*

Si vero ſpecillum habere cupiamus, cujus ope objecta propinqua & acceſſa quam diſtinctiſſime fieri poteſt conſpiciantur, & multo diſtinctius quam ope illius quod paulo ante hunc in uſum deſcripſimus, illud itidem duobus vitris hyperbolicis, uno concavo, convexo altero, duabus tubi extremitatibus incluſis, erit componendum, & concavo *a b c d e f* eadam figura danda, quæ proxime præcedenti; ut & ſuperficiei interiori convexi N O P. Exterior autem N R P quam illud totam planam habebat, hic admodum convexa requiritur, & hyperbolica, cujus focus exterior *z* ita propinquus ſit, ut objecto ibi locato, non plus ſpatii illud



illud & vitrum interjaceat, quam admittendæ luci ad illud illuminandum requiritur. Et diameter hujus vitri non tanta requiritur, quanta in præcedenti ſpecillo, nec etiam tam exigua ſufficit quam illa vitri A, paulo ante deſcripti, ſed talis circiter eſſe debet, ut recta NP, quæ illum deſignat, tranſeat per focum interiorem Hyperboles NRP, & in hac Hyperbola utrimque terminetur. Si enim minor foret, pauciores radios ab objecto z reciperet; ſin major, paulo plures tantum admitteret; ita ut vitri craſſities, quæ tunc multo major evaderet, non minus de illorum vi detraheret quam ejuſdem latitudo augeret; & præterea non tantum luminis verſus objectum z reflecti poſſet. E re quoque erit, hoc conſpicillum machinæ cuidam, ut S T, imponere, qua ſemper Soli obverſum teneatur. Et vitrum NOPR ſpeculo parabolico concavo includendum erit, ut C C, quod

 omnes



omnes Solis radios reflectat ad punctum Z, in quo objectum parvo brachiolo G, alicunde ex speculo protenso, sustineatur. Et præterea hoc brachiolum fulcire debet aliquod corpus nigrum & opacum, quale H H, quod objectum Z undiquaque circumstet, & accurate magnitudinem vitri N O P R adæquet; ut nempe impediat ne qui radii Solis directe incidant in hoc vitrum; inde enim intrantes tubum, quidam eorum procul dubio ad oculum resilirent, & nonnihil de visionis perfectione detraherent: quia, quamvis hic tubus debeat intrinsecus fieri nigerrimus, nullum tamen corpus tam perfecte nigrum esse potest ut omnem vim luminis aliunde in illud delapsi obtundat, & nullos omnino radios reflectat; præsertim si lumen illud sit satis forte, qualę est Solis. Præterea corpus opacum HH, debet habere in medio foramen, quale Z, ejusdem magnitudinis cujus objectum, ut si id forsan quodammodo sit pellucidum, etiam per directos Solis radios illuminetur; imò si necesse sit, per eosdem comburenti vitro I I, quod æquè latum sit ac N O P R, collectos in puncto Z; ut omni ex parte tantum luminis in objectum mittatur, quantum sine periculo ustionis poterit ferre. Et facile erit, velata parte speculi C C, vel vitri II, nimiam illorum vim temperare. Neminem ignorare existimo, quare hîc tam sollicite curem, ut quàm plurima luce objectum illustretur, & ut quàm plurimi ex eo radii ad oculum pertingant. Vitrum enim N O P R quod in hoc specillo pupillæ vice fungitur, & in quo radii ex diversis punctis manantes decussantur, cum multò vicinius sit objecto quàm oculo, efficit ut hi radii per multò majus spatium se extendant, in membranula illa quæ ex extremitatibus nervi optici conflatur, quàm sit ipsa superficies objecti ex quo veniunt; Et satis patet, illos tanto minus virium habere, quantò spatium per quod extenduntur est majus, ut è contra multo plus habent cum à vitro vel speculo ustorio in multo minori spatio colliguntur. Atque hinc tantum longitudo hujus perspicilli dependet,

det, id eſt, diſtantia quæ eſt inter Hyperbolen N O P & ejus focum. Quanto enim illa major eſt, tanto magis imago objecti in oculi fundo expanditur, ideoque tantò diſtinctius minutas illius partes ibi depingit; ſed hoc ipſum vim luminis ita minuit, ut tandem non omnino ſentiretur, nempe ſi nimis longum eſſet hoc ſpecillum. Adeò ut ejus maxima longitudo non niſi experientia poſſit determinari. Et præterea etiam varia ſit pro varietate objectorum, quorum ſcil. nonnulla magnam vim luminis, alia non niſi perexiguam ſine uſtione ferre poſſunt. Non quidem ignoro, quædam adhuc alia poſſe excogitari, quibus hujus luminis vis aliquantò magis augeretur; ſed difficilior eſſet illorum uſus, & vix ullum occurret unquam objectum, quod majorem requirat. Poſſent etiam alia vitra poni in locum Hyperbolici N O P R, quæ paulò plures radios quàm hoc, ab eodem objecti puncto reciperent; ſed vel non efficerent, ut omnes radii ex diverſis objecti punctis venientes tam proxime ad totidem alia puncta verſus oculum concurrerent: vel ad hoc duobus vitris loco unius eſſet utendum; atque ita radiorum vis non minùs ſuperficierum numero minueretur, quàm figurâ augeretur; & denique illa multò difficilius poſſent poliri.

VII. *Ad his perſpicillis utendum, præſtare, alterum oculum velo aliquo obſcuro tegere, quam eum muſculorum ope claudere. Utile quoque eſſe, viſus ſui aciem antea debilitare, in loco valde obſcuro ſe continendo: atque etiam imaginationem diſpoſitam habere, quaſi ad res valde remotas & obſcuras intuendum.*

Supereſt hîc tantùm ut advertamus, quoniam hæc perſpicilla non niſi unico oculo admoventur, operæ eſſe ut alium interim oculum obſcuro aliquo velo tegamus; ſic enim pupilla ejus quo utemur magis aperietur, quàm ſi alium vel luci expoſitum relinquamus, vel ope muſculorum palpebras moventium claudamus: tanta enim eſt inter utrumque affinitas, ut vix unus aliquo modo moveri poſſit, quin alter ſtatim ad ejus imitationem diſponatur. Præterea non erit inutile, non tantum hoc conſpicillum arctè oculo adjungere, ut nullam niſi per illud recipiat lucem; ſed etiam priùs aliquamdiu in obſcuro loco ſtetiſſe, ut viſus acies tantò tenerior exiſtens, à minimâ luce affici poſſit; & præterea imaginationem noſtram eodem modo diſponere, ac ſi res valdè remotas & obſcuras vellemus intueri; ut tanto magis pupilla dilatetur, & ideò à pluribus objecti punctis radios admittat. Iam enim ſuprà notatum eſt, hunc motum pupillæ non immediatè ſequi voluntatem quam habemus illam aperiendi, ſed potiùs ideam vel opinionem quam de obſcuritate vel diſtantia objecti concepimus.

VIII. *Quî fiat ut*

Cæterùm, ſi nonnihil ad ea omnia quæ ſupra dicta ſunt animum refle-

minus antehac felices fuerint artifices in accuratis telescopiis, quàm in aliis perspicillis.

reflectamus, & potissimum ad illa quæ ex parte organorum externorum requiruntur, ut visionis sensus quàm perfectissimus evadat; non difficulter intelligemus, per varias horum specillorum formas illud omne præstari quod ab arte est expectandum; nec ideò est operæ pretium ut hoc fusiùs demonstrem. Item etiam facilè agnoscemus, nulla ex iis quæ prius ab aliis descripta fuerant ullo modo perfecta esse potuisse; quia maxima differentia est inter lineas circulares & Hyperbolas, & nunquam nisi lineæ circulares adhibitæ sunt ad eos effectus, ad quos Hyperbolas requiri demonstratum est. Adeò ut nihil unquam boni hàc in re factum sit, nisi cum artificum manus tam feliciter aberravit, ut loco sphæricæ figuræ, Hyperbolicam vel ad hanc proximè accedentem, vitrorum superficiebus indiderit. Atque hoc præcipuè impedivit ne rectè fierent illa specilla, quæ videndis objectis inaccessis idonea sunt: indigent enim vitro convexo multò majori quàm cætera: & non modò difficilius est feliciter aberrare in poliendo magno vitro, quàm in parvo; sed præterea major est differentia inter superficies Hyperbolicam & Sphæricam in partibus à centro satis remotis; quæ in majoribus vitris esse debent, quam in vicinis, ex quibus solis constant minora. Iam verò quoniam artifices non facile forsan per se invenirent modum hæc vitra secundùm figuram Hyperbolicam accuratè poliendi, superest ut ipsis deinceps viam ostendam, per quam mihi persuadeo illos satis commodè eò perventuros.

CAPUT DECIMUM.

De modo expoliendi vitra.

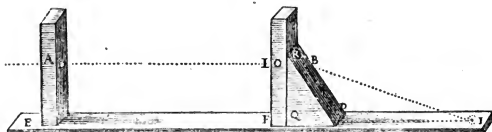
I. *Quomodo magnitudo refractionum vitri quo uti volumus sit invenienda.*



SElecto vitro aut crystallo, quo uti placet, primò necessaria est inquisitio proportionis, quæ, juxta superius tradita, refractionum illius mensura existat; atque illa obvia & exposita erit opera hujus instrumenti. E F I est asserculus aut regula, maximè plana & recta, ex qualibet materia, dummodo non nimis polita, vel pellucida sit ut lumen in illam effusum facillimè ab umbra dignoscatur. E A & F L sunt duæ dioptræ, id est laminæ parvæ cujuscunque materiæ, dummodo non sit transparens, ad perpendiculum erectæ in E F I, & foramine exiguo singulæ pertusæ, ut A & L: suntque hæc duo foramina tam directè sibi invicem opposita, ut radius

A L

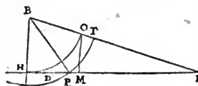
A L illa permeans parallelus feratur lineæ E F. Præterea R P Q est particula ejus vitri quod volumus examinare, in formam prisma-



tis sive trianguli polita, ejusque angulus R Q P rectus est, & P R Q acutior quam R P Q. Tria latera vel potius (quia in vitri crassitie latitudinem habent) tres facies R Q, Q P, & R P sunt planæ & politæ, ideoque dum facies P Q asserculo E F I incumbit, & facies Q R laminæ F L, radius Solis duo foramina permeans A & L per medium vitrum P Q R, irrefractus penetrat ad B, quoniam perpendiculariter in superficiem Q R incurrit. Sed postquam pervenit ad punctum B, ubi obliquè aliam superficiem R P contingit, non nisi declinans ad aliquod punctum asserculi E F, egredi potest, ut, exempli gratiâ, ad I. Et omnis hujus instrumenti usus in hoc consistit, ut ita radius exceptus per hæc duo foramina A & L emittatur, ut manifestum reddat, quomodo referatur punctum I (hoc est centrum parvæ Ellipseos, quam hic radius in asserculo E F I illuminat) ad duo alia puncta B & P; quorum alterum, B, designat locum in quo recta, quæ transit per centra duorum foraminum A & L, in superficie R P terminatur; & alterum, P, est locus in quo hæc superficies R P simulque illa asserculi E F I secantur à puncto quod imaginari possumus per puncta B & I, simulque per centra foraminum A & L transire.

II. *Quomodo inveniantur puncta urentia, & vertex hyperbolæ, cujus vitrum illud, cujus refractiones cognitæ sunt, figu-*

His tribus punctis B P I accuratè ita cognitis & consequenter etiam triangulo quod describunt, hoc triangulum in chartam aut aliud planum circino est transferendum. Deinde ex centro B, per punctum P describendus circulus N P T, &



 sumpto

ram æmulari debet: & quomodo punctorum istorum distantia augeri aut minui possit.

* Idem facilius obtinere licet, si cum D. Hugenio ex P super BP erigamus tantum perpendicularem: quippe ea ex BI versus I rectam auferet, quæ ad IP proportionem habet, quæ refractionem metitur.

sumpto arcu NP, æquali arcui PT, ducenda recta BN, secans IP productam in puncto H. Hinc denuò ex puncto B per H describendus circulus HO, secans BI in puncto O. Et habebitur proportio inter lineas HI & OI, pro mensura communi omnium refractionum, quæ produci possunt à differentia quæ est inter aërem & vitrum quod examinatur. * Qua de re si nondum certi sumus, ex eodem vitro alia parva triangula rectangula, diversa ab hoc, polire poterimus; quibus si eodem modo utamur ad investigandam hanc proportionem, semper similem illam inveniemus, atque ita nullo modo poterimus dubitare, quin revera eadem sit, quam quærebamus. Quodsi postea in recta linea HI, MI æquale OI sumamus, & HD æquale DM, D pro vertice habebimus, & H & I pro focis Hyperboles, cujus figuram specilla à nobis designata requirunt.

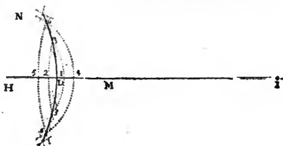
Et hæc tria puncta H, D, I propiùs jungere possumus, vel longius removere quantum lubet; aliam tantùm lineam propiorem aut remotiorem, puncto B, ducendo, parallelam lineæ HI, & ducendo ex hoc puncto B tres rectas, BH, BD, & BI, quæ illam secent. Vt hîc videmus eodem modo ad invicem referri tria puncta H, D, I, & *h*, *d*, *i*, quo tria H, D, I.

III. *Quomodo hæc hyperbola fune describi possit; vel multorum punctorum inventione.*

Deinde cognitis his tribus punctis, facile est hyperbolen describere, eo modo quo supra vidimus, defixis scilicet duobus paxillis in punctis H & I, & resti hærente in palo H, ita regulæ alligata ut non propiùs accedere possit ad I, quàm usque ad D.

Sed

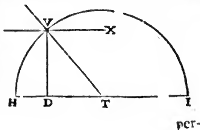
Sed si malimus ope vulgaris circini, plura puncta per quæ tendit quærendo, illam delineare: sumptis punctis H, D, M & I, ut suprà, alterum pedem hujus circini ponamus in puncto H, & altero promoto paulò ultra punctum D, velut ad 1, ex centro H describamus circulum 1 3 3; inde sumpta M 2 æquali H 1, ex centro I per punctum 2, describamus circulum 2 3 3, priorem



in punctis 3 3 secantem, per quæ hæc Hyperbole ferri debet. Ut & per punctum D ejusdem verticem. Reponamus postea eodem modo unum circini brachium in punctum H, & altero diducto paulò ultra punctum 1, velut ad 4, describamus circulum 4 6 6 ex centro H. Inde M 5 æquali sumpto H 4, ex centro I per 5 circulum 5 6 6 describamus, priorem in punctis 6 6, quæ in Hyperbola, secantem. Et ita continuata statione alterius brachii circini in puncto H, & reliquis omnibus, ut antè, observatis, quantumlibet punctorum hujus Hyperboles possumus invenire.

IV. *Quomodo inveniatur conus, in quo eadem hyperbola à plano axi parallelo secetur.*

Quod fortasse non incommodum erit, ad rude aliquod exemplar fabricandum, quod præterpropter figuram vitri poliendi repræsentet; sed ad accuratum aliquod alio invento opus est, cujus opera uno ductu Hyperbole delineari possit, quemadmodum per circinum circulus; & quidem ego sequenti melius nullum novi. Primò ex centro T, medio lineæ HI, describendus circulus HVI. inde ex puncto D erigenda perpendicularis in HI, secans hunc circulum in puncto V; & ducta recta per hoc punctum V ex T, habebitur angulus HTV; talis, ut si imaginemur illum rotari circa axem HT, linea TV su-

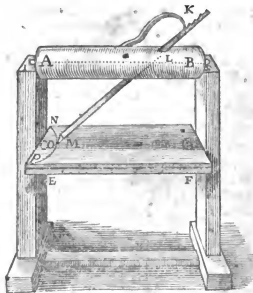


per-

perficiem coni ſit deſcriptura, in qua, facta ſectione à plano V X, quod eſt parallelum axi H T, & in quod D V ad angulos rectos cadit, Hyperbole omnino ſimilis & æqualis priori deprehendetur. Et omnia alia plana huic parallela, conum ſecantia, Hyperbolas ſimiles quidem omnino, ſed inæquales ſua ſectione efficient, & quarum foci propiores, vel remotiores erunt, prout hoc planum ab axe diſtabit.

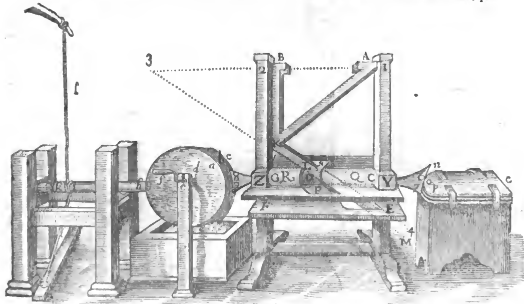
V. *Quomodo ope machinæ uno ductu hæc hyperbola deſcribi queat.*

Cujus rei veſtigia ſecuti, talem machinam poterimus fabricare. A B eſt cylindrus ligneus vel metallicus, qui circa cardinem 1 2 rotatus, alterius figuræ axem H I repræſentat. C G ſunt duæ laminæ, vel aſſeres plani & lævigati, imprimis ea regione, qua ſe invicem contingunt, hac ratione ut ſuperficies, quam inter utrumque poſſumus imaginari, parallelam cylindro A B, & ſectam ad angulos rectos, plano quod ire imaginamur per duo puncta 1 2 & C O G, repræſentet planum V X quod conum ſecat. Et N P latitudo ſuperioris C G, æqualis eſt diametro vitri expoliendi, vel non multum eundem excedit. Denique K L M eſt regula, quæ rotata cum cylindro A B in polis 1 2, hac ratione ut angulus A L M ſemper æqualis maneat angulo H T V, repræſentat lineam T V conum deſcribentem. Et notandum, hanc regulam ita per cylindrum actam eſſe, ut per foramen L, arctè illam recipiens, attolli pro arbitrio & deprimi poſſit, & præterea alicubi, velut ad K, pondus aliquod eſſe ſeu preſſorium curvum, quo ſemper ad laminam C G premitur. Itemque in ejus extremitate M eſſe cuſpidem chalybeam, & ita temperatam ut vim habeat ſecandi laminam ſuperiorem CG, non autem



autem alteram EF ei substratam. Quibus intellectis, satis patet, si regula KLM circa polos 1 2 ita moveatur, ut cuspis chalybea M ab N per O tendat ad P, & reciprocando à P per O ad N, ab ipsa divisum iri hanc laminam CG in duas alias CNOP & GNOP, in quibus latus NOP, linea terminabitur, convexa in CNOP, & concava in GNOP, quæ accurate figuram Hyperbolis habebit. Et hæ duæ laminæ CNOP, GNOP, si chalybeæ vel ex alia materia satis dura sint, non tantum loco exemplaris erunt, sed etiam instrumenti ad formandas quasdam rotas, à quibus, ut mox audiemus, vitra figuram suam ducere possunt. Hic tamen defectus quidam superest; in eo scilicet, quod chalybea cuspis M, cum paulo aliter versa sit cum accedit ad N vel ad P, quam cum est in O, non possit ubique uniformem & æque acutam vel obtusam horum instrumentorum aciem efficere. Ideoque melius arbitror, machina sequenti, licet operosiore, uti.

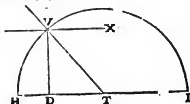
ABKLM unicum tantummodo membrum est, quod integrum in cardinibus 1 2 movetur, & cujus pars ABK perinde est *VI. Alia machina, quæ*

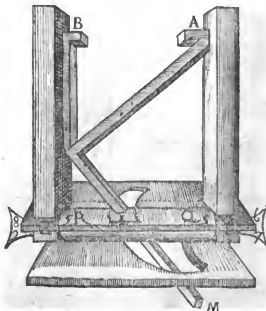


quam habeat figuram, sed KML debet esse regula, vel aliud simile corpus planas habens superficies, quæ lineis rectis parallelis ter- *istius hyperbolæ figuram dat*

omni rei quæ ea ad vitra polienda indiget, & quo modo illa sit utendum.

minentur. Oportetque ut hæc regula K L M ita sit inclinata, ut recta 4 3, quæ medium ejus crassitiei designat, usque ad eam productam, quam fingere possumus per polos 1 2 transire, efficiat angulum 2 3 4, æqualem illi qui supra notis H T V designabatur. CG, EF, sunt duo asseres paralleli axi 1 2, & quorum superficies adversæ, planæ admodum & læves, secantur ad angulos rectos plano 1 2 G O C. Non tamen arcte mutuo cohærent, ut in præcedenti machina, sed tanto intervallo præcise distant ab invicem, quantum requirit inserendus cylindrus Q R; teres exquisite & ubivis ejusdem crassitiei. Præterea singulæ fissuram habent N O P, hujus longitudinis & latitudinis, ut regula K L M immissa, huc & illuc, cardinibus suis innixa, libere feratur, quantum requiritur ad designandam partem Hyperboles inter hos duos asseres, magnitudine diametro vitri poliendi æqualem. Hæc

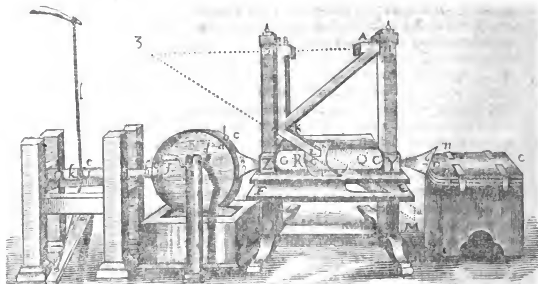




regula quoque per cylindrum Q R oblique inserta est, hac ratione, ut

ut licet hic cum illa moveatur in polis 1 2, semper tamen inter duos asseres C G, F E maneat clausus, & axi 1 2 parallelus. Postremo Y 6 7 & Z 8 9 sunt instrumenta, poliendo in formam Hyperbolæ cuilibet corpori inservientia, & manubria illorum Y Z tantæ sunt crassitiei, ut eorum superficies quas planas esse notandum est, superficies asserum C G & E F ab utraque parte omnino contingant, & nihilominus inter ipsas, utpote admodum læves, hinc & inde possint moveri. Habentque singula rotundum foramen, 5, 5, in quo altera cylindri Q R extremitas ita inclusa est, ut hic cylindrus possit circa proprium axem 5 5 circumvolvi, non efficiendo ut ista manubria eodem modo volvantur, propter eorum superficies planas, quæ hinc & inde à superficiebus asserum quos contingunt cohibentur; sed non possit in ullam aliam partem ferri, quin illa simul in eandem ferantur. Et ex his omnibus liquet, regulam K L M propulsam ab N ad O, & ab O ad P, vel à P ad O, & ab O ad N, moto secum cylindro Q R, eadem opera movere hæc instrumenta Y 6 7 & Z 8 9, hac ratione, ut unaquæque eorum pars motu suo accurate Hyperbolen describat, eandem quam intersectio linearum 3 4 & 5 5: quarum una, scilicet 3 4, motu suo delineat conum; altera, 5 5, planum eundem secans. Cuspis seu acies horum instrumentorum, variis modis fieri potest, pro vario usu quem illam volumus præstare. Et ad figuram vitris convexis dandam, commodissimum videtur, primo uti instrumento Y 6 7, ac plures laminas chalybeas secare, similes C N O P supra descriptæ. Inde tam opera laminarum, quam instrumenti Z 8 9, rotam qualis est *d*, circumcirca in latitudine sua *a b c* excavare; ut ita omnes sectiones, quas imaginari possumus factas à planis, in quibus *e e* rotæ axis existit, figuram Hyperboles, quam machina describit, consequantur. Et denique vitrum expoliendum mymphuri, ut *b i k*, affigere, atque ita apponere juxta rotam *d*, ut si tracto funo *l l*, mymphur circa suum axem vertatur, & eodem tempore vertatur etiam rota circa suum. Vitri superficies inter hæc duo posita figuram quam ipsi dare volumus accipiat.

Quantum ad modum instrumento Y 6 7 utendi, notandum, laminas *c n o p* non nisi usque ad medium singulis vicibus secandas esse, ut ex. gr. ab *n* ad *o*. & propterea repagulum in machina ad P figendum est, quod impediat ne regula K L M, mota ab N ad O,



propius accedat ad P, quam requiritur ad hoc, ut linea 3 4 quæ medium craſſitiei illius notat, perveniat uſque ad planum 1 2 G O C, quod imaginamur aſſeres ad rectos angulos ſecare. Et ferrum hujus inſtrumenti talem figuram exigit, ut omnes ejus aciei partes in hoc eodem plano 1 2 G O C exiſtant, quum linea 3 4 ibidem ſiſtitur, neque ullas alias hoc ferrum habeat partes, quæ tunc ultra illud planum verſus P protendantur, ſed tota ejus craſſitiei declivitas reſpiciat verſus N. Cæterum pro arbitrio vel acutum vel obtuſum fieri poteſt, parum aut multum inclinatum, & longitudinis cujuſlibet, omnia prout res exigere videbitur. Inde cuſis laminis *cnop*, & lima proxime ad illam figuram perductis quam requirunt, vi adigendæ atque premendæ ad inſtrumentum Y 6 7, & mota regula K L M ab N ad O, & viceverſa ab O ad N, unam illarum partem perficiemus; deinde ut alia plane ſimilis fiat, repagulum aliquod ibi eſſet debet, quod impediat quo minus verſus hoc inſtrumentum progredi poſſint ultra locum in quo ſunt cum prima earum medietas N O abſolvitur: & tunc paululum iis reductis, mutandum eſt ferrum inſtrumenti Y 6 7, & aliud loco illius ſubſtituendum, cujus acies accurate ſit in eodem plano, & ejuſdem figu-

ræ,

ra, ac acies prioris, sed cujus omnis declivitas respiciat versus P: adeo ut si hæc duo ferramenta adversa componas, duæ illorum acies unicam tantum efficere videantur. Inde translato ad N repagulo, quod antea P versus locatum erat, ad impediendum nimium regulæ KLM progressum; movenda est hæc regula ab O ad P, & à P ad O, donec hæ laminæ *cnop* instrumento Y 67 tam propinquæ erunt, quam antea; & hoc pacto absolventur.

Quod attinet ad rotam *d*, quæ ex materia admodum dura esse debet, postquam lima figuram quam exigit, præterpropter acceperit, facilis elaboratu erit, primo per laminas *cnop*, modo initio fuerint tam bene cusæ, ut licet postea candentes in aquam mersæ sint, ad duritiem acquirendam, nihil tamen idcirco ex earum figura sit mutatum; debentque huic rotæ ita admoveri, ut acies illarum *nop*, & hujus axis *ee*, in eodem plano sint. Et denique adsit aliquod pondus aliudve machinamentum, quo urgente laminæ istæ rotam premant, dum interim ipsa circa suum axem vertetur. Præterea etiam hæc rota elaborabitur ope instrumenti Z 89; cujus ferrum æquali declivitate ab utraque parte procumbere debet, & de cætero quamlibet figuram admittit, dummodo omnes partes ejus aciei 89 existant in plano superficies asserum CGEF ad angulos rectos secante. Vt autem utamur hoc instrumento Z 89, movenda regula KLM, in polis 12, hac ratione, ut motu continuo procedat à P ad N; inde viceversa ab N ad P, dum interim rota circa suum axem vertetur. Qua opera acies instrumenti omnem inæqualitatem, si quæ remansit in latitudine rotæ ab una ad alteram partem, lævigabit, & cuspis illius (habebit enim & aciem & cuspidem) omnem illam, quæ in longum porrecta occurret.

VII. *Quid in vitris concavis & quid in convexis speciatim observandum sit.*

Postquam vero hæc rota ultimam recepit manum, facillime vitrum per diversos duos motus, rotæ scilicet & mymphuris cui affigendum est, poterit expoliri, dummodo adsit aliqua vis, qua, non impedito torni motu, semper ad rotam agatur, atque inferior hujus rotæ pars continuo per aliquem alveum feratur, arenæ, smiridi, pulveri lapidis Gothlandici, stanno combusto, vel simili materiæ, lævigandis & expoliendis vitris commodæ, immersa.

Atque his ita consideratis, intellectu facile est, qua ratione figura concavis vitris danda sit, factis scil. primo laminis *cnop*, ope instrumenti Z 89; deinde rotâ expolitâ, tam ope harum laminarum quam instrumenti Y 67, & reliquis omnibus eo quo diximus

mus modo obſervatis,notandum tantùm,rotam, quâ ad convexa vitra utimur, pro arbitrio magnam aſſumi poſſe. Illam autem, quâ ad concava utimur, tantam eſſe non debere, ut ejus ſemidiameter diſtantiam, quæ eſt inter lineas 1 2 & 5 5 in machina, cujus ope formabitur, excedat. Et in concavis poliendis multo celerius hæc rota vertenda eſt quam mymphur; contra vero in convexis mymphur velocius rotandus; quia mymphuris motus multo vehementius oras vitri, quam medium, atterit, rotæ vero minus. Vtilitas autem horum motuum diverſorum manifeſta eſt; vitra enim ſi manu in patina expoliantur, modo, qui unicus in hunc uſque diem receptus eſt, licet patina eam exacte haberet figuram quam vitra exigunt, non tamen eadem niſi caſu, ipſis dari poteſt. Si vero utamur motu ſolius mymphuris, centrum vitri centro patinæ jungentis, omnes figuræ defectus qui in patina reperientur, circulos in vitro deſcribent; & vitri medium in quo minimus erit motus, nunquam ſatis attereretur.

Multa hic ſunt ad Geometriam ſpectantia, quorum demonſtrationes omitto. mediocriter enim in hac ſcientia exercitatis ſatis omnia illa per ſe patent, & reliqui ſine dubio faciliores ad habendam dictis meis fidem, quam ad illa legenda, ſe præbebunt.

VIII. *Ordo obſervandus ad ſe in iſtorum vitrorum politura exercendum. Vitra convexa quæ longioribus teleſcopiis inſerviunt, accuratius cæteris eſſe polienda.*

Cæterum ut ordine ſingula procedant, vellem primo ut artifices in poliendis vitris planis ab una parte, & convexis ab altera, exercerentur, & quidem in iis quæ Hyperbolen referant, cujus foci duos aut tres pedes ab invicem diſtent. Nam hæc longitudo ſufficit ſpecillo ſatis perfecte objecta inacceſſa exhibituro. Deinde multa vitra concava expoliri vellem, una aliis magis cava, &, ordine unum poſt aliud vitro convexo conjungendo, experiri quodnam ex ipſis perfectius teleſcopium componeret; habita etiam ratione oculi qui ipſo eſſet uſurus; quia conſtat,hæc vitra magis concava requiri pro iis qui tantum proxime admota cernunt, quam pro aliis. Vitro concavo ſic invento, quum idem ad omnia alia ſpecilla eidem oculo poſſit inſervire, nihil amplius ad teleſcopiorum ſtructuram requiritur, niſi tantum ut exercitatione atque uſu facilitas acquiratur alia vitra convexa poliendi, quæ longius quam primum à concavo removenda ſint; & gradatim poliendi alia, quæ magis magiſque abducenda ſint, atque etiam quæ ſint pro ratione tanto majora, donec hac in re ad ſummum quod fieri poterit perveniatur. Sed quo longius hæc vitra convexa à concavis removenda erunt, & conſequenter ab oculo,

oculo, eo exquisitius quoque polienda, quoniam itidem errores longius in iis à debito loco radios detorquent. Vt si vitrum F, radium CF tantumdem refringit, quantum vitrum E refringit AE; adeò ut anguli AEG, & CFH sint æquales; satis liquet, CF tendentem ad H, longius recedere à puncto D, ad quod tenderet si nullam refractionem pateretur, quam AE tendens ad G à puncto B.

IX. *Quanam sit pracipua perspicillorum pulicarium utilitas.*

Postremum, & quidem præcipuum quod hic vellem, est ut vitra ab utraque parte convexa polirentur, pro specillis quibus objecta propinquiora contemplamur; & primùm factis iis, quæ tubis valde brevibus includi debent, quoniam hæc facillima, illa gradatim postea aggredi, quæ longiores tubos exigunt, donec ad ea perveniatur quæ longissimos, qui usui esse possint, desiderant. Et ne forsan difficultas quæ in fabrica horum specillorum occurrere posset, quenquam deterreat, hîc adhuc dicam, licet initio illorum usus non tantum omnibus abblandiatur quantum telescopiorum, quæ videntur in cœlum nos esse evectura, & ibi in astris corpora æquè particularia & forsan æque diversa, ac ea quæ heic in terra videmus, exhibitura, me nihilominus illa longè utiliora judicare, quoniam spes est, eorum ope diversas mistiones & dispositiones minutarum partium, quibus animalia & plantæ, & forsan etiam alia corpora quibus undiquaque cingimur, constant, nos inspecturos, & non parum inde adjumenti ad pernoscendam eorum naturam habituros. Iam enim secundum opinionem plurimorum philosophorum omnia hæc corpora non nisi ex partibus elementorum diversimode mixtis componuntur: & secundum meam, tota illorum essentia & natura, saltem inanimatorum, tantùm in magnitudine, figurâ, situ, & motibus partium consistit.

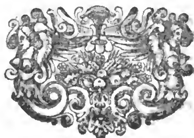
X. *Quomodo fieri possit ut duarum ejusdem vitri superficierum centra directè sibi invicem opponantur.*

Superest adhuc nonnulla difficultas circa hæc vitra, quoties utrimque convexa aut concava fieri debent; ut scilicet centra duarum ejusdem vitri superficierum directè sibi invicem opponantur: sed hæc facilè tolli potest, si primò eorum circumferentia fiat torno exactè rotunda, & æqualis ei manubrii vel mymphuris, cui agglutinanda erunt ut poliantur; deinde cùm ei agglutinabuntur, & gypsum, aut pix, aut bitumen quo jungentur, ductile adhuc & se-

quax

quax erit, si annulo accuratè ad eorum mensuram facto, & tantæ latitudinis ut extremitates vitri & mymphuris simul includat, inserantur. Particularia plura inter poliendum observanda hic omitto; ac etiam nolim in praxi eadem omnia quæ descripsi observari; quia non tam ipsas machinas, quàm machinarum fundamenta & causas explicare conatus sum: Et artificibus imperitis inventa hic descripta non commendo, sed ea spero satis egregia, & satis magni momenti visum iri, ut nonnullos ex maximè industriis & curiosis nostri ævi ad eorum executionem suscipiendam invitent.

F I N I S.



M E-

METEORA.

CAPUT I.

De Natura terrestrium corporum.



ITa natura homines comparati sumus, ut magis plerumque admiremur quæ supra nos, quàm quæ vel infra, vel in eadem altitudine circa nos sunt. Et quanquam nubes vix excedant quorundam montium vertices, sæpe quoque infra fastigia nostrarum turrium vagentur; quia tamen oculos ad cœlum erectos contemplatio illarum exigit, tam sublimes illas imaginamur, ut ipsi Poëtæ & pictores regiam Dei sedem iis adornent; & magnas illius manus ibi occupari fingant, laxandis atque obstruendis ventorum claustris, matutino rore flosculis nostris perfundendis, & fulminandis editorum montium jugis. Atque hoc spem mihi facit, si ita naturam illarum explicavero, ut nusquam in iis, quæ ibi apparent, vel etiam quæ inde descendunt, admirationi locus relinquatur; quemvis facilimè crediturum non impossibile fore, eadem ratione causas omnium indagare, quæ terra mirabilia habet.

I. *Quid Auctor in hoc tractatu propositum sibi habuerit.*

In primo hoc capite de natura terrestrium corporum in genere loquemur: ut eo feliciùs in sequenti exhalationes & vapores explicemus. Et quoniam hi vapores surgentes ex Oceano quandoque salem in superficie illius componunt; hinc arreptâ occasione paululum descriptioni illius immorabimur, atque in eo experiemur, Num formas corporum (quæ philosophi aiunt mixtione perfecta composita esse ex elementis) æquè bene deprehendere possimus, ac Meteora, quæ ex iisdem non nisi mixtione imperfecta generari ferunt. Postea considerantes quo pacto vapores per aërem ferantur, dicemus unde ventis origo; & ex eo quod in regionibus quibusdam cogantur, nubium inde exsurgentium naturam exponemus; demum ex eo quod resolvantur, indicabimus quid nivi, pluviæ, grandini causam præbeat; ubi minimè nivis illius obliviscemur, cujus particulæ velut circino dimensæ stellas exiguas senis radiis accura-

II. *Primi capitis argumentum.*

curatissime repræsentant; hæc enim licet à majoribus haud fuerit notata, in maximis tamen naturæ miraculis censeri debet. Neque magis tempestates, fulmina, fulgura, varios ignes ibi accensos, atque apparentia lumina transcurremus. Inter cætera autem studiosè conabimur arcum cœlestem benè delineare, & causas colorum illius ita exponere, ut inde etiam eorum quibus alia corpora imbuuntur, natura possit intelligi; his etiam causas addemus colorum quos vulgò collucere in nubibus videmus; circulorum itidem astra coronantium; & postremò cur Sol & Luna multiplicati interdum appareant.

Cæterum quoniam harum rerum cognitio pendet ex principiis generalibus naturæ, nondum satis benè, quod ego sciam, in hunc usque diem explicatis, hypothesibus initio quibusdam utendum erit, quemadmodum & in Dioptrice, sed adeò planas & faciles illas reddere studebo, ut forsan etiam non demonstratas facilè sitis admissuri.

III. *Aquam, terram, aërem, & reliqua corpora quæ nos circumstant, ex variis particulis componi. Poros esse in omnibus istis corporibus subtili quâdam materiâ repletos. Particulas aquæ esse longas, teretes & læves. Aliorum corporum fere omnium particulas, habere figuras irregulares, angulosas & ramorum instar expansas. Ex istiusmodi particulis simul junctis & implexis corpora dura componi. Easdem, si non sint implexæ, nec tam crassæ quin a materia subtili possint agitari, oleum vel aërem componere.*

Primò igitur suppono, aquam, terram, aërem, & reliqua similia corpora, quibus cingimur, constare multis exiguis partibus, figura & magnitudine differentibus: quæ nunquam tam accurate nexæ & continuatæ sunt, quin plurima spatia inter illas pateant; Non quidem vacua, sed referta materia illa subtilissima, per quam suprà diximus actionem luminis communicari. Deinde suppono, exiguas illas partes, quibus aqua componitur, longas, læves & lubricas esse anguillarum parvularum instar, quæ licet jungantur, & implicentur, nunquam tamen ita nexæ cohærent, ut non facilè separentur. Et contrà, ferè omnes alias, tam terræ, quam aëris & plerorumque corporum particulas admodum irregulares & inæquales figuras habere; adeò ut tam parum implicari non possint, quin statim mutuo nectantur & hæreant velut impeditæ, quemadmodum rami virgultorum in sepibus. Et quoties illæ ita nectuntur, corpora dura componunt, ut terram, lignum & similia. Contra, quoties simpliciter una alteri tantùm imponitur, & non nisi valde parum, vel nullo modo implicantur, & simul adeò parvæ sunt, ut agitatione materiæ subtilis, qua cinguntur, facilè moveri & separari possint, multum spatii occupare debent, & corpora liquida rarissima & levissima, ut oleum aut aërem, componere.

Præ-

IV. *Hanc materiam subtilem indesinenter moveri. Ipsam solere celerius ferri juxta terram quàm prope nubes, versus Æquatorem quàm versus Polos, æstate quàm hyeme, ac die quam nocte.*

Præterea cogitandum est, materiam subtilem, omnia intervalla quæ sunt inter partes horum corporum replentem, nunquam à motu velocissimo cessare, sed assiduè huc atque illuc ferri, non autem eadem velocitate ubivis & omni tempore: nam ut plurimum paulò concitatiùs fertur juxta superficiem terræ, quàm in sublimi aëre, ubi nubes consistunt; & sub æquatore, locisque vicinis, quàm sub polis; & in eodem loco velocius æstate, quàm hyeme; interdiu etiam, quàm noctu. Quorum omnium ratio manifesta erit, si putemus, lucem nihil aliud esse quàm motum quemdam, vel actionem, qua corpora luminosa materiam subtilem quaquaversum secundum rectas lineas à se propellunt; quemadmodum in Dioptrica dictum est. Inde enim sequitur, radios solares, tam rectos quam reflexos, validiùs illam agitare interdiu, quàm noctu; æstate quàm hyeme; sub æquatore, quàm sub polis; & denique prope terram, quàm prope nubes.

V. *Ipsius etiam particulas esse inæquales. Quæ minores sunt, minùs virium habere ad alia corpora movenda.*

Sciendum etiam est, hanc materiam subtilem diversæ magnitudinis partibus constare; earumque alias (licet omnes perexiguæ sint) aliis longe majores esse; & maximas quidem, vel (ut rectius loquamur) minùs exiguas, semper plus virium habere; quemadmodum in universum omnia magna corpora, tantumdem agitata, quantum parva, hæc robore multum exsuperant. Atque id efficit, ut, quo hæc materia est minus subtilis, id est, composita ex partibus minùs exiguis, hoc vehementius partes aliorum corporum agitare possit.

VI. *Crassiusculas præcipuè inveniri in locis ubi maximè sunt agitatæ. Illas multorum corporum meatus ingredi non posse; ideoque ista corpora esse aliis frigidiora.*

Vnde etiam fit, ut plerumque minus subtilis sit eo in loco & tempore, in quo maxime agitatur; ut juxta superficiem terræ, quàm in media aëris regione; sub æquatore, quàm sub polis; æstate, quàm hyeme; & demum interdiu, quàm noctu. Cujus rei ratio in eo consistit, quod harum partium maximæ, cum eo ipso sint validissimæ, omnium facillimè eò tendere possint, ubi ob agitationem vehementiorem, faciliùs motus illorum continuatur. Semper tamen ingens numerus minorum mixtus cum his maximis fertur: & notandum, omnia terrestria corpora poris quibusdam pervia esse, qui minimas illas quidem admittunt, sed ex iis multa esse, quæ tam arctos atque ita ordinatos hos meatus habent, ut maximas omnino excludant. Atque hæc ut plurimum ea sunt quæ gelidiora inveniuntur si tangantur vel tantum manus ad illa propius admoveantur. Sic quantùm marmor aut metallum ligno

gelidius est, tanto etiam difficiliùs eorum poros partes hujus materiæ minùs subtiles admittere putandum est; & poros glaciei adhuc ægriùs quàm marmoris vel metalli, cum hæc ipsis multo frigidior sit.

VII. *Quid sit calor & quid frigus. Quomodo corpora dura calefiant. Cur aqua liquida esse soleat, ac quomodo frigore durescat. Cur glacies eandem semper retineat frigiditatem & duritiem quamdiu glacies est, etiam in æstate, nec paulatim ut cera molliatur.*

Hîc enim statuo, ad naturam caloris & frigoris intelligendam non opus esse aliud concipere, quam, exiguas corporum quæ tangimus partes solito magis aut minus vehementer, sive ab hac materia subtili sive ab alia qualibet causa, commotas, intensiùs etiam vel remissius in parva capillamenta nervorum tactui inservientium ferri: Et cum vehementia quadam insolita illa impelluntur, hoc sensum caloris in nobis efficere; frigoris verò, cùm solito remissiùs agitantur. Ac licet hæc materia subtilis non separet ab invicem corporum durorum partes instar ramorum implicitas, quemadmodum separat partes aquæ, vel aliorum corporum liquidorum; tamen illa has agitare, & magis aut minùs concutere potest, prout impetu concitatiori aut languidiori fertur, vel etiam prout partes magis aut minùs crassas habet; quemadmodum venti ramos omnes arborum, quibus sepimentum aliquod contexitur, agitare possunt, nulla tamen earum evulsa. Cæterum cogitandum est, inter hujus materiæ subtilis robur, & vim resistentem partium corporum aliorum, illam proportionem esse, ut, quum non minùs agitatur, neque subtilior est, quàm solet esse in hac regione juxta terram, vim habeat agitandi exiguas partes aquæ quas interlabitur, & singulas seorsim loco movendi; imò etiam plerasque earum inflectendi, atque ita hanc aquam liquidam reddendi: sed quum non vehementiùs pellitur, nec minus subtilis est, quàm solet esse in his plagis in aëre sublimi, aut quandoque per hyemem juxta terram, non satis illi roboris adest ad illas ita inflectendas & agitandas; unde fit ut confusim & sine ordine unæ aliis impositæ sistantur, atque ita corpus durum, glaciem videlicet, componant. Adeo ut eandem differentiam inter aquam & glaciem possimus imaginari, quam inter cumulum parvarum anguillarum, seu viventium seu mortuarum, innatantem piscatoriæ scaphæ foraminibus undique pertusæ, quibus aqua fluviatilis, qua moventur, admittitur, & cumulum earundem anguillarum quæ siccæ & gelu rigidæ in ripa jacent. Et quoniam aqua nunquam gelu constringitur, nisi materia quæ ejus partes interlabitur plus solito sit subtilis; inde fit, ut pori glaciei qui tum formantur ad mensuram particularum hujus materiæ subtilissimæ, sic arctentur ut paulo majores omnino excludant;

atque

atque ita glacies maneat frigidissima, licet in æstatem reservetur; atque ut semper duritiem suam obtineat, nec paulatim instar ceræ mollescat: Ejus enim pororum angustia impedit quo minus calor ad interiora penetret, nisi quatenus exteriora liquescunt.

VIII. *Quæ sint salium particulæ, quæ etiam spirituum, sive aquarum ardentium. Cur aqua rarefiat dum congelatur, atque etiam dum incalescit. Et cur fervefacta citius congeletur.*

Præterea hîc quoque notandum venit, partium longarum & lubricarum, ex quibus aquam compositam diximus, plurimas quidem esse, quæ hinc & inde se inflectunt, & à motu qui eas ita flectit cessant, prout materia subtilis qua cinguntur, paulo majori aut minori robore pollet, ut paulo ante dictum est: sed præterea etiam quasdam esse paulo crassiores, quæ cum non ita flexiles sint, salis omnia genera componunt; & quasdam alias paulo subtiliores, quæ, cum non ita facile cessent ab isto motu, conflant liquores illos tenuissimos, qui spiritus aut aquæ vitæ vocantur, & nullo frigore solent concrescere. Cum autem illæ ex quibus aqua communis constat, omnino cessant ab eo motu qui eas flectit, non putandum est, earum naturam exigere, ut omnes in rectum instar junci porrigantur, sed in multis ut potius hoc vel illo modo curvatæ sint: Unde fit ut tunc non possint se ipsas ad tam angustum spatium contrahere, quam dum materia subtilis satis virium habens ad illas quomodolibet inflectendas, semper ipsarum figuras ad mensuram locorum quibus insunt, accommodat. Notandum etiam est, cum hæc materia subtilis multo plus virium habet, quam ad hoc requiratur, illam contraria ratione efficere, ut in majus spatium se diffundant. Quod facile erit experientia cognoscere, si aliquod vas longi satis & angusti colli calida repletum aëri exponamus, cum gelat. Hæc enim aqua sensim subsidet, usque dum pervenerit ad certum aliquem frigoris gradum; Inde iterum paulatim intumescet & surget usque dum, gelu vincta, consistat; atque ita idem frigus quod initio illam coget & condensabit, paulo post eandem rarefaciet. Experientia etiam docet, aquam calentem, quæ igni apposita diu bulliit, frigida & cruda celerius congelari. atque hoc ex eo contingit, quod tenuissimæ ejus partes & quæ, cum facillime inflectantur, omnium maxime congelationi resistunt, ex ea dum bullit egrediantur.

IX. *Particulis de quibus hic agimus non esse indivisibiles: nec in hoc*

Vt autem facilius hæ hypotheses apud vos inveniant locum, nolim putetis, me particulas corporum terrestrium tanquam atomos aut indivisibilia corpuscula concipere; sed potius cum omnes ex eadem materia constent, me credere, unamquamque modis innumeris dividi posse, nec aliter inter se differre, quam lapides variarum figu-

tractatu quidquam negari eorum quæ in vulgari Philosophia traduntur.

figurarum ex eadem rupe excisos. Præterea etiam ne videar sponte Philosophis aliquam in me disputandi occasionem dare velle, moneo expresse, me nihil eorum negare, quæ illi, præter ea quæ jam dixi, in corporibus imaginantur, ut formas substantiales, qualitates reales, & similia; sed putare, meas rationes tanto magis esse admittendas, quo simpliciora & pauciora sunt principia ex quibus pendent.

CAPUT II.

De vaporibus & exhalationibus.

I. *Quomodo vi Solis corporum terrestrium particulæ nonnullæ sursum attollantur.*



SI consideremus, materiam subtilem, quæ per terrestrium corporum poros fertur, vel præsentia Solis, vel simili qualicunque causa, vehementius quoque exiguas istorum corporum partes impellere, facillime intelligemus, illam effecturam, ut quæ satis exiguæ sunt, & simul ejus figuræ, atque in tali situ, ut facile à vicinis separentur, huc atque illuc dissiliant atque in aërem attollantur: non quidem inclinatione quadam singulari, qua ascensum affectent, aut vi quadam Solis attrahente, sed solummodo quia locum nullum inveniunt, per quem facilius motum continuare queant: quemadmodum è terra pulvis surgit, si tantum pedibus alicujus viatoris deorsum pellatur & agitetur: licet enim grana hujus pulveris magnitudine & pondere multum exuperent exiguas partes de quibus hic est sermo, nihilominus tamen sursum tendunt; videmusque, altius illa eniti, cum vasta planities discursantibus multis conculcatur, quam si pars tantum ejus ab uno ex iis premator. Ideoque non est mirandum, si Solis actio perexiguas materiæ partes, quibus vapores & exhalationes componuntur, in sublime attollat, quum simul eodem tempore totum hemisphærium terræ illustret, eique integros dies incumbat.

II. *Quid sit vapor; & quid exhalatio. Plures vapores quam exhalationes generari. Quomodo crassiores exhalationes ex cor-*

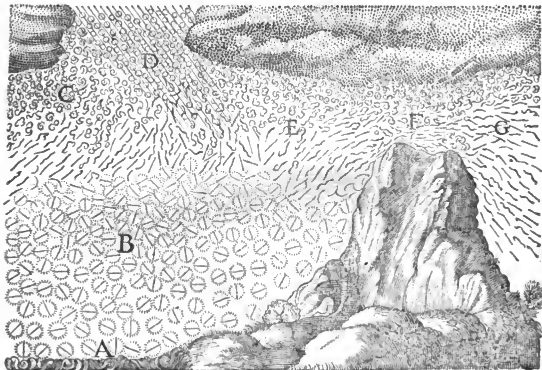
Sed notemus, has exiguas partes, ita sublatas in aërem vi Solis, ut plurimum illam figuram habere, quam partibus aquæ tribuimus: nullæ enim aliæ sunt, quæ facilius à corporibus in quibus hærent divellantur. Atque has solas abhinc speciatim vapores nominabimus, ut distinguantur ab aliis, quæ figuras magis irregulares habent, & quas magis, proprio vocabulo destituti, exhalationes dicemus. Sub harum autem nomine & illas comprehendam, quæ fere eandem cum aqua figuram habentes, sed magis subtiles, spiritus aut aquas vitæ componunt; quia facile ardent ut ipsæ, vapores autem nunquam.

Illas

Illas verò hinc excludam, quæ cum in multos ramos divisæ sint, sunt simul tam subtiles, ut non aliud corpus, quam aëris, componant. Quod autem ad illas attinet quæ paulo crassiores etiam in ramos divisæ sunt, rarò quidem ex corporibus duris, in quibus hærent, sua sponte egrediuntur; sed si quando ignis illa depascat, omnes in fumum solvuntur. Et aqua etiam poris illorum illapsa sæpius has librare & secum in sublime auferre potest; eadem ratione qua ventus per transversam sepem spirans paleas vel folia in virgultis hærentia secum rapit; seu potius qnemadmodum ipsa aqua, in summum alembici secum attollit exiguas partes olei, quas Chymici ex plantis siccis plurima aqua maceratis extrahunt, omnia simul destillantes, atque hac opera efficientes, ut paululum illud olei quod habent, cum magna immistæ aquæ copia assurgat. Revera enim plurimæ illarum eædem sunt, quæ corpora horum oleorum componere solent. *poribus terrestribus egrediantur.*

III. *Cur aqua*

Notemus etiam, vapores semper plus spatii occupare quam aquam,



licet

in vaporem versa valde multum loci occupet.

licet nonnisi ex iisdem particulis constent; quia cum hæ partes corpus aquæ componunt, non moventur nisi quantum sufficit ut se inflectant & labendo unæ aliis implicent; quemadmodum videmus illas exhiberi ad A. Sed contra quum vaporis formam habent, agitatio illarum adeo est concitata, ut celerrime rotentur in omnes partes, & eadem opera in longitudinem suam porrigantur; unde fit ut singulæ illarum reliquas sui similes, irruptionem in parvas sphærulas, quas describunt, molientes, arcere atque abigere possint, ut illas cernimus repræsentari ad B; plane quemadmodum baculo LM, per quem funiculus NP trajectus est, celerrime rotato, videmus funiculum rectum atque extensum porrigi, occupantem eo ipso totum spatium comprehensum circulo NOPQ; hac ratione ut nullum ibi aliud corpus locari possit, quod non cum impetu flagellet, atque expellere nitatur; sed motu facto lentiore, illum collabi, & baculum sua sponte circumdare, neque tantum spatii occupare, quam antea.

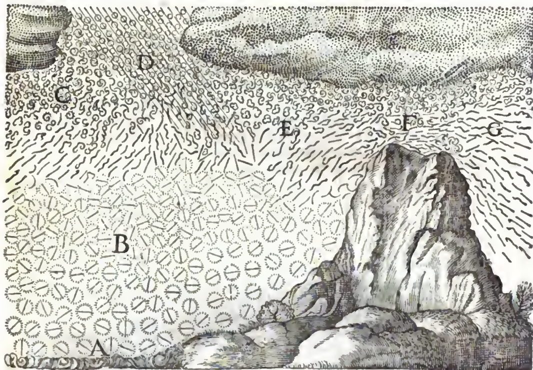


IV.

Quomodo iidem vapores magis aut minus densari possint. Quare insolitus calor æstate interdum aëre nubilo sentiatur. Et quid vapores calidos aut frigidos reddat.

Observemus præterea, hos vapores modo magis, modo minus esse densos aut raros; magis aut minus calidos vel frigidos; magis vel minus pellucidos vel obscuros; magis etiam vel minus humidos vel siccos. Primo enim cum partes illorum non amplius satis agitatæ, ut rectæ maneant & extensæ, incipiunt convolvi atque accedere ad invicem, ut videmus ad C & D; vel etiam cum inter montes arctatæ, vel inter actiones diversorum ventorum mediæ, qui flatu opposito alios alii impediunt, quo minus aërem agitent; vel cum sub nubibus quibusdam stantes, non tantum dilatari possunt, quantum agitatio illarum exigit, quales cernimus ad E; vel etiam denique cum plures earum simul maximam partem suæ agitationis motui in eandem partem impendentes, non tam velociter rotantur quam alias solent, quemadmodum illæ quæ ad F, ubi egressæ ex spatio E, ventum generant nitentem ad G: palam est, vapores, quos componunt, crassiores & magis coactos esse, quam si horum trium nihil accideret. Manifestum quoque est, si vaporem ad E tantundem agitatum fingamus, quantum est ille qui ad B, multo illum calidiorem fore; nam particulæ ejus magis coactæ plus virium habent;

bent; quemadmodum candentis ferri calor ardentior eſt calore flammæ vel prunarum. Atque hinc eſt ille calor quem vehementiorem & magis veluti ſuffocantem æſtate interdum ſentimus; aëre tranquillo & nubibus undiquaque æqualiter preſſo pluviam moliente, quam eodem nitido & ſereno. Vapor autem qui ad C, frigidior eſt illo qui ab B, licet particulas paulo arctius compreſſas habeat; quia multo minus agitatas eaſdem ſupponimus. Contra ille qui ad D, calidior, quia ejus particulas multo magis condenſatas, & non



niſi paulo minus agitatas ſtatuimus. Et qui ad F, frigidior quam qui ad E, licet partes non minus compreſſas nec minus habeat agitatas; quoniam illæ magis conſpirant in eundem motum, atque ideo particulas aliorum corporum minus concutiunt. Vt ventus ſemper eodem modo ſpirans, licet vehementiſſimus, non tantum agitat folia & ramos arborum quantum languidior, ſed magis inæqualis.

V. *Cur halitus calidior emittatur ore valde aperto, quam prepemodum clauso. Et cur majores venti semper frigidi sint.*

Et experientia docebit, in agitatione parvarum partium, terrestrium corporum calorem consistere, si, contra digitos junctos fortiter spirantes, observemus, spiritum, ore egressum, in exteriori manus superficie frigidum nobis videri, quia ibi, celerrime & æquali robore latus, non multum agitationis efficit: & contra satis calidum inter medios digitos; quia, per illos lentius & inæqualius enitens, magis tremulo motu exiguas illorum partes concitat. Vt illum etiam semper calidum sentimus ore patulo & hianti flantes, & frigidum eodem fere clauso. Atque ab hac eadem ratione est quod communiter venti impetuosi frigidi sunt, neque multi calidi spirant, nisi etiam simul sint lenti.

VI. *Cur vapores interdum magis, interdum minus radios luminis obtundant. Cur halitus oris magis videatur hyeme quam æstate. Plures vapores solere esse in aëre cum minime videntur quam cum videntur.*

Præterea vapores ad B & E & F sunt pellucidi, nec visu à reliquo aëre dignosci queunt; quum enim celerrime, & eodem quo materia subtilis, quæ illas circumjacet, impetu moveantur, non possunt impedire ne actionem à lucidis corporibus manantem in se admittat, sed potius ipsimet etiam illam admittunt. Contra vero vapor ad C obscurior, sive minus transparens evadit; quoniam ejus particulæ non sunt amplius ita obsequentes huic materiæ subtili, ut quibuslibet ejus impulsionibus cedant, & vapor qui ad D, quia calidior quam qui ad C, non tam obscurus esse potest. Vt videmus, hyberno tempore calentium equorum halitum & sudorem propter aëris frigus specie densi & obscuri fumi crassescere, qui contra æstate, propter ejusdem aëris calorem, non apparet. Neque enim dubitandum, quin aër sæpe tam multos aut etiam plures vapores contineat, cum nulli prorsus in eo videntur, quam cum densissimi apparent. quomodo enim sine miraculo fieri posset, ut Sol torridus æstivo tempore, media die, vel lacui vel locis paludosis incumbens, nullos vapores inde elevaret? tum temporis enim notatur, aquas subsidere & decrescere magis, quam aëre frigido & obscuro.

VII. *Quo sensu vapores alii aliis humidiores aut sicciores dici possint.*

Denique vapores qui ad E, humidiores sunt, id est magis dispositi ad transeundum in aquam, atque ad reliqua corpora instar aquæ humectanda, quam qui ad F. Nam contra hi sicci sunt, quia valide impellendo humida corpora quibus occurrunt, inde ejicere partes aquæ in iis latentes & secum auferre possunt, atque ita illa exsiccare. Vt etiam ventos impetuosos semper siccos experimur, neque humidum quemquam nisi simul & languidum. Dicere quoque possumus, eosdem vapores, qui ad E, humidiores esse iis, qui ad D, quum partes illorum plus agitatæ, melius aliorum corporum poris,

ad

ad ea humectanda, se insinuare possint. Sed alio respectu ficciores etiam dici possunt; quia scilicet nimia partium agitatio prohibet, ne tam facile in aquam coëant.

VIII. *Quæ sint variæ exhalationum naturæ: & quomodo se ipsas à vaporibus segregent.*

Quantum ad exhalationes, longe plures qualitates admittunt, quam vapores, ob majorem quam habent partium differentiam. Hîc autem sufficit notasse, crassiores fere nihil esse præter terram, qualem in fundo vasis cernimus, in quo pluvia, vel nivalis aqua resedit; subtiliores vero nil aliud, quam spiritus, aut aquas vitæ, quæ semper priores è corporibus destillatis surgunt; Et mediarum alias commune quid habere cum volatilium salium, alias cum oleorum natura, seu potius cum illa fumi ex iis dum comburuntur egredientis. Et licet hæ exhalationes maximam partem non leventur in aërem, nisi vaporibus mixtæ, facillime tamen ab iis postea separantur; aut sua sponte, quemadmodum olea ab aqua cum qua distillantur; aut agitatione ventorum adjutæ, quæ illas in unum aut plura corpora cogit; quemadmodum rusticæ lactis cremorem pulsando, butyrum à sero separant; vel etiam hoc solo quod vel leviores, vel ponderosiores, vel magis vel minus vibratæ, in regione sublimiori vel humiliori commorantur, quam ipsi vapores. Et communiter olea minus alte levantur, quam aquæ vitæ; & quæ magis terream habent naturam, minus adhuc quam olea. Nullæ autem sunt quæ inferius subsistant, quam illæ aquæ particulæ ex quibus sal commune componitur; quæ quamvis proprie loquendo, neque exhalationes neque vapores dici possint, cum nunquam altius quam ad superficiem maris attollantur; quia tamen evaporatione hujus aquæ eo pertingunt, & multa habent valde notatu digna, quæ hîc commode possunt explicari, minime illas omittam.

CAPUT III.

De Sale.

I. *Quæ sit natura aquæ salsæ: & cur oleum ex corporibus eo madefactis non tam facile egrediatur quam aqua.*



Salsedo maris consistit tantum in crassioribus istis ejus aquæ particulis, quas paulo ante audivimus non convolvi aut flecti posse actione materiæ subtilis, quemadmodum reliquas, neque etiam agitari nisi minorum interventu. Primo enim, nisi aqua composita foret ex ejusmodi partibus, quales supra statuimus, æque facile aut difficile illi esset, in quotlibet & cujuslibet figuræ partes dividi; atque ideo vel non tam libere, quam solet, illaberetur corporibus, quorum

meatus ſatis laxi ſunt, ut calci & arenæ; vel etiam quodammodo in ea penetraret, quæ arctiores illos habent, ut in vitrum & metallum. Deinde niſi hæ aquæ partes eam haberent figuram quam ipſis tribuimus, non tam facile ex poris aliorum corporum, quos inſederunt, ſola ventorum agitatione aut calore expellerentur; ut olea & pinguiores alii liquores, quorum partes aliàs figuras habere diximus, manifeſtum reddunt. vix enim unquam omnino ejici poſſunt ex corporibus, quæ ſemel occuparunt. Poſtremo quoniam nulla in natura corpora videmus adeò accuratè ſimilia, quin ſemper aliquantulum in magnitudine differant, neminem eſſe puto, qui difficulter patiatur ſibi perſuaderi, aquæ etiam partes non omnino æquales eſſe, & præſertim in mari (quod eſt ingens aquarum omnium receptaculum) quaſdam tam craſſas inveniri, ut non poſſint inſtar aliarum diverſimode inflecti ab ea vi qua communiter agitantur. Atque hic deinceps conabor demonſtrare, hoc ſolum ſufficere ut omnes ſalis qualitates in iis reperiantur.

II.
Cur tanta ſit in ſapore differentia inter ſalem & aquam dulcem. Cur ſal carnium corruptionem impediat, eaſque duriores reddat: cur vero aqua dulcis eas corrumpat.

Primò non mirandum eſt, illas ſaporem pungentem & penetrantem habere, multum differentem ab eo aquæ dulcis. cùm enim non poſſint à materia ſubtili, quæ illas circumjacet, inflecti, neceſſe eſt ut in cuſpides erectæ & telorum inſtar vibratæ linguæ poros ingrediantur, atque ita penetrent ſatis altè ad illam pungendam: cum è contra partes aquæ dulcis molliter ſupra illam fluitantes, & ſemper in latera jacentes, ob facilitatem qua flectuntur, vix guſtu poſſint ſentiri. Et particulæ ſalis ita punctim ingreſſæ poros carnium, quæ eo condiri ſolent ut aſſerventur, non modo humiditatem tollunt, ſed etiam ſunt inſtar paxillorum hic illic inter earum partes defixorum, ubi immoti & non cedentes illas ſuſtinent; & impediunt ne aliæ magis lubricæ ſeu plicatiles immixtæ, illas concutientes, loco moveant, atque ita corrumpant corpus quod componunt. Hinc etiam carnes ſalitæ ſucceſſione temporis magis indureſcunt; quas alioqui partes aquæ dulcis, ſe inflectendo, atque huc illuc poris earum illabendo, facilè emollirent & corrumperent.

III.
Cur aqua ſalſa gravior ſit quàm dulcis: & nihilominus ſalis grana in aqua ma-

Præterea non mirum eſt, aquam ſalſam dulci ponderoſiorem eſſe, quum partibus conſtet magis craſſis & ſolidis; quæ propterea in minus ſpatium contrahi poſſunt. Ex hoc enim gravitas pendet. Sed inquiſitione dignum eſt, quare partes illæ ſolidiores inter alias minùs ſolidas miſtæ remaneant, quum ob majorem gravitatem ſubſidere debere videantur. Et hujus rei ratio eſt, ſaltem in partibus ſalis

salis vulgaris; quòd utramque extremitatem æqualiter crassam habeant, sintque omnino rectæ instar teli vel baculi: si enim unquam in mari quædam fuerint in unâ sui extremitate crassiores, & eo ipso ponderosiores quàm in altera, satis temporis à mundi exordio habuere, ut, crassiori ista parte deorsum inclinata, usque ad fundum descenderent; & si quæ fuerint curvæ, satis etiam temporis habuerunt, ut corporibus duris occurrentes, eorum poros ingrederentur: sed quia in hos semel immissæ, non tam facilè se inde liberare potuerunt, quàm rectæ & in utraque parte æquales, ideò nullæ nunc præter has ibi esse possunt. Hæ autem quoniam transversæ sibi invicem incumbunt, præbent occasionem partibus aquæ dulcis, quæ à motu non cessant, illas interlabendi & se ipsis annulorum instar circumvolvendi, atque ita ordinandi ac disponendi, ut faciliùs motum continuare queant, & etiam celeriorem habere quàm si solæ essent. Nam cum ita aliis circumvolutæ sunt, vis materiæ subtilis qua agitantur, id tantum agendum habet, ut eas quàm citissimè circa particulas salis, quas amplectuntur, verset, atque ex alia in aliam transferat, nullis interim ex earum plicaturis sive annulis immutatis; contra verò cùm solæ existentes aquam dulcem componunt, ita necessariò implicantur, ut pars virium hujus materiæ subtilis debeat impendi in iis diversimodè flectendis; alioqui enim ab invicem non possent separari; & ideo tunc illas, nec tam facile, nec tam velociter movere, id est, ex uno loco in alium transferre, potest.

rinæ superficie formentur. Particulas salis communis esse longas, rectas, & in utraque extremitate æqualiter crassas: quomodoque disponantur inter particulas aquæ dulcis: & majorem esse particularum agitationem in aqua salsa, quàm in dulci.

IV.

Cùm itaque sit verum, partes aquæ dulcis partibus salis circumvolutas, faciliùs moveri posse quàm solas, non mirum est illas has circumlabi, cùm satis prope adsunt, & ita complexas retinere ut illas ponderis inæqualitas non divellat. Quo fit ut sal satis facilè solvatur, in aquam dulcem injectus, vel tantùm humidiori aëri expositus; nec tamen solvatur in quantitate aquæ determinata, nisi determinata ejus quantitas; ea scilicet quam partes aquæ flexiles se circumvolvendo amplecti possunt. Et quoniam scimus, pellucida corpora, quo minùs motui materiæ subtilis, in poris suis hærentis, resistunt, hoc pellucidiora esse, inde etiam intelligimus, aquam marinam naturaliter fluviali pellucidiorem esse debere, & refractiones paulò majores efficere.

Cur sal facilè humiditate solvatur: & cur in certa aquæ dulcis quantitate, certa tantùm ejus quantitas liquescat. Cur aqua marina pellucidior sit fluviatili, & paulò major in ea fiat luminis refractio.

V.

Videmus quoque, illam difficiliùs gelu constringi, quia numquam aqua gelari potest, nisi quoties materia subtilis, per partes illius fusa, non satis roboris ad illas agitandas habet. Hinc etiam causas

Cur non

tam facilè congeletur; & quomodo aqua ope salis in glaciem vertatur.

causas arcani per æstatem componendæ glaciei discere possumus; quod licet jam satis vulgatum, ex optimis tamen est quod ejusmodi arcanorum studiosi habent. Salem æquali copiæ nivis, aut glaciei contusæ mixtum, circa aliquod vas aqua dulci repletum disponunt; & sine alio artificio ut illa simul solvuntur, hæc in glaciem coit: Quia materia subtilis, partibus hujus aquæ circumfusa, crassior aut minùs subtilis, & consequenter plus virium habens, quàm illa quæ circa nivis partes hærebat, locum illius occupat, dum partes nivis liquescendo partibus salis circumvolvuntur. Facilius enim per salsæ aquæ quàm per dulcis poros movetur, & perpetuò ex corpore uno in aliud transire nititur, ut ad ea loca perveniat in quibus motui suo minùs resistitur: quo ipso materia subtilior ex nive in aquam penetrat, ut egredienti succedat, & quum non satis valida sit ad continuandam agitationem hujus aquæ, illam concrescere sinit.

VI. *Cur difficillimè sal abeat in vaporem, & aqua dulcis facillimè.*

Sed primaria partium salis qualitas est, maximè fixas esse, hoc est, non facilè in vapores solutas attolli, quemadmodum partes aquæ dulcis. Quod non tantùm accidit quia majores sunt, & ponderosiores, sed etiam quia cùm longæ sint & rectæ, non diu in aëre librari possunt, sive ulteriùs ascensuræ sive descensuræ, quin altera earum extremitas deorsum pendeat, atque ita terræ ad perpendiculum immineant. Sive enim ad adscendendum, sive ad descendendum, facilius aërem hoc situ quàm ullo alio secant. Quod non eodem modo in partibus aquæ dulcis fit: quum enim sint valdè plicatiles, nunquam nisi celerrime rotatæ in rectum porriguntur; quum contra partes salis vix unquam hac ratione rotari possint. nam sibi invicem occurrentes, quia ipsorum inflexibilitas ne unæ aliis cederent impediret, statim hærere aut motum interrumpere cogerentur. Sed quum ita in aëre suspenduntur, alterâ suâ cuspide terræ obversâ, manifestum est, potiùs descensuras quàm ascensuras. vis enim quæ sursum impellere posset, longè remissius agit quàm si transversæ jacerent, & quidem accuratè, tanto quanto aëris cuspidi resistentis quantitas minor est illa, quæ obniteretur longitudini, quum interea pondus illarum, semper æquale, hoc vehementius agat, quo aëris vis resistens minor est.

VII. *Cur aqua maris arena percolata dulce-*

Quibus si addamus, aquam marinam, dum arenas permeat, dulcescere, (quia nempe partes salis, cum sint inflexibiles, non ut partes aquæ dulcis, per exiguos illos anfractus, qui circa sabuli grana repe-

reperiuntur, labi possunt,) discemus, fontes & flumina, cùm non nisi ex aquâ, vel per vapores sublatâ vel colatâ per multum arenæ, conflata sint, minimè salsa esse debere. Itemque universas illas aquas dulces, quæ quotidie in mare ruunt, neque ejus magnitudinem augere, neque salsedinem minuere posse: Nam continuò totidem inde egrediuntur, quarum aliæ in vapores mutatæ sublimia petunt, atque inde in nivem aut pluviam glomeratæ decidunt in terram, aliæ autem & quidem plurimæ per subterraneos meatus usque ad radices montium penetrantes, & calore ibi incluso, velut resolutæ in vaporem, attolluntur in eorundem juga, ubi scaturigines seu capita fontium vel fluviorum implent.

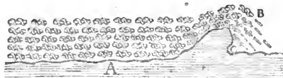
scat: & aqua fontium & fluminum sit dulcis. Cur flumina in mare fluentia ejus aquas nec dulciores nec copiosiores reddant.

VIII. Sciemus etiam, aquam marinam magis salsam esse sub æquatore quàm sub polis, si consideremus, Solis æstum ibi vehementiorem plures vapores excitare; qui non semper eodem relabuntur unde venerunt; sed plerumque aliorsum in loca polis viciniora, ut melius postea intelligemus.

Cur mare magis salsum sit versus æquatorem quam versus polos.

IX. Postremò nisi accuratæ ignis explicationi hic inhærere nollem, addi posset, quare aqua marina restinguendis incendiis fluviali minus idonea sit; Item quare agitata noctu scintillet. Videremus enim, particulas salis, dum velut suspensæ inter illas aquæ dulcis hærent, facillimè concuti, & ita concussas, multoque robore pollentes, ex eo quod sint rectæ & inflexiles, non modo flammam augere si illi immittantur, sed etiam ex se solis aquam accendere posse, si cum impetu ab aqua in qua sunt exsiliant. Vt si mare A, cum

Cur aqua salsa minus apta sit incendiis extinguendis quam dulcis. & cur noctu dum agitatur in mari, lumen emittat.



Cur nec maria, nec aqua maris diu in vase servata sic luceat: & cur non æqualiter omnes ejus guttæ sic luceant.

vehementia impulsum ad C, ibique illisum scopulo, vel obstaculo alio simili assurgat ad B, impetus quem partes salis ex hoc concussu acquirunt, efficere potest, ut earum primæ in aërem juxta B ejectæ, se ibi dulcis aquæ partibus quibus circumcingebantur expediant; atque ita solæ & certo intervallo ab invicem dissitæ, scintillas ignis generent, non absimiles iis quæ solent emicare ex silice percusso.

cusso. Notandum tamen, particulas salis ad hunc effectum admodum rectas & lubricas requiri, ut tanto facilius à partibus aquæ dulcis separati queant. unde nec muria, nec aqua marina diu in vase aliquo servata, ejusmodi scintillas emittit. Requiritur præterea, ut partes aquæ dulcis illas salis non nimis arctè complectantur; unde crebriores hæ scintillæ apparent cælo calido quàm frigido: Item ut mare satis agitatum & concitatum sit; Vnde fit ut talis flamma ex omnibus ejus fluctibus non emicet: Ac postremò ut partes salis ferantur punctim instar sagittarum, potiùs quàm transversim; atque hinc fit ut non omnes guttæ ex eadem aqua exsilientes eodem modo reluceant.

X. *Cur aqua in littore maris fossis quibusdam minimè profundis includatur ad salem conficiendum: & cur sal non fiat nisi aere calido & sicco.*

Deinceps verò perpendamus quâ ratione sal dum generatur summæ aquæ innatet, licet admodum fixæ & ponderosæ illius partes sint; & quomodo ibi in exigua grana formetur, quorum figura quadrata non multum discrepat ab illa Adamantis, in mensulæ formam expoliti, nisi quod latissima illorum frons paulum excavata conspicitur. Primo necessarium est, aquam marinam aliqua fossa excipi ad evitandam continuam fluctuum agitationem, & excludendam aquam dulcem, quam sine intermissione pluviæ & flumina in Oceanum convehunt. Deinde requiritur aër satis calidus & siccus, ut agitatio materiæ subtilis quæ in eo est, ad partes aquæ dulcis à partibus salis, quibus circumvolvuntur, liberandas & in vaporem attollendas sufficiat.

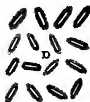
XI. *Cur omniū liquorum superficies sit admodum lævis: & cur aquæ superficies difficilius dividatur quàm ejus interiores partes.*

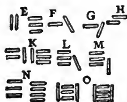
Et notandum, aquæ, ut & aliorum omnium liquorum superficiem perpetuò æqualem & maximè lævem esse; quia partes quidem illius inter se uniformi motu moventur; partes quoque aëris illam tangentes pari inter se agitatione feruntur: at partes aquæ aliâ ratione & mensurâ agitantur, quàm aëris; & præterea materia subtilis, partibus aëris circumfusa, longè aliter movetur, quam ea quæ aquæ partes interfluit; atque hinc superficies utriusque politur, plane eodem modo ac si duo corpora dura attererentur, nisi quòd longe facilius & fere in eodem instanti hîc lævigatio fiat, propter partium, quæ in liquidis sunt, mobilitatem. Hinc etiam fit ut superficies aquæ longe difficilius, quàm ejus interiora, dividatur. Hoc autem ita se habere, docet experientia. nam corpora satis parva, licet ex materia gravi & ponderosa, ut exiguæ acus chalybeæ, facilè sustinentur & innatant summæ aquæ, quamdiu ejus superficies nondum divulsa est; sed ubi semel infra illam sunt, statim usque ad fundum descendunt.

Iam

XII. *Quomodo salis particulæ in aquæ superficie hæreant.*

Iam verò cogitandum est, aërem, cùm satis calidus est ad excoquendum salem, non tantummodo quasdam flexibilium aquæ partium excitare, & in vaporem elevare posse, sed etiam cum tanta velocitate attollere, ut priùs illæ ad summam hujus aquæ superficiem perveniant, quàm tempus habuerint partibus salis quibus fuerunt circumvolutæ se omnino liberandi; easque idcirco eo usque secum adducunt, nec prius planè deserunt, quam foramen exiguum, per quod ex corpore aquæ emerserunt, sit clausum: Vnde fit ut hæ particulæ salis ab iis aquæ dulcis postmodum relictæ huic superficiei supernatent: Vt eas repræsentari videmus ad D. Cum enim ibi transversim jaceant, non satis habent gravitatis ad subsidendum, ut nec acus chalybeæ de quibus diximus, sed tantum paululum superficiem deprimunt. Atque ita primæ quæ hoc pacto aquæ supernatant, hinc inde per ejus superficiem sparsæ, multas veluti fossas aut cavitates perexiguas in ea formant: Deinde quæ sequuntur emergentes ex harum fossarum lateribus, propter eorum quantulamcunque declivitatem, delabuntur ad ipsarum fundum, ibique se prioribus adjungunt. Et inter cætera hîc observandum, ex quacunque demum illæ parte adveniant, apte ad latus priorum se applicare, ut videmus ad E, secundas saltem, sæpe etiam tertias; quoniam hoc ipso paulo altius descendunt, quam si in alio situ remanerent, ut in eo qui exhibetur ad F, vel ad G, vel ad H. Motus etiam caloris, semper aliquantillum superficiem agitans, hanc dispositionem promovet.





XIII. *Cur cujusque salis grani basis sit quadrata: & quomodo basis ista sit aliquantulum curva, quamvis plana videatur.*

Cum autem ita duæ aut tres in singulis fossis porrectæ jacent, quæ præterea allabuntur, eodem modo iis jungi possunt, saltem si sponte aliquo modo ad hunc situm accedant. Sed si accidat ut propendeant magis ad extremitates, quam ad latera priorum, iis applicantur ad angulos rectos, ut videmus ad K: quia etiam paulo altius hac ratione descendunt, quam si aliter disponerentur, velut ad L, aut ad M. Et quoniam totidem circiter ad extremitates duarum aut trium priorum accedunt, quam ad latera; hinc fit ut aliquot centenæ

ita ordinatæ primo exiguam veluti tabulam contexant, figuræ ad oculum satis quadratæ, quæ est instar basis nascentis grani. Et notandum, tribus tantum ex illis particulis aut quatuor, eodem situ ibi positis, ut ad N, medias semper paulo altius demitti quam exteriores. Sed deinde supervenientibus aliis, quæ transversæ iis junguntur, ut ad O, illas exteriores fere tantundem deprimi, quantum interiores. Unde fit, ut exigua tabula quadrata, basis futuri grani salis, quæ ut plurimum ex aliquot centenis simul junctis est composita, nonnisi plana appareat, etiamsi sit semper aliquantulum curva. Iam vero prout hæc tabula accrescit, ita quoque altius descendit, sed paulatim; & tam lente, ut aquæ superficiem suo pondere non dividat, sed deprimat tantum. Et cum in certam magnitudinem excrevit, tam demissa est, & isti superficiei aquæ sic immersa, ut partes salis, eo devolutæ, non adhæreant tabulæ oris, sed transgressæ eodem modo & situ super ipsam labantur, quo priores per superficiem aquæ.

XIV. *Quomodo integrum salis granum isti basi inædificetur. Cur sit quæ iam cavitas in medio istorum granorum: & cur eorum superior pars latior sit quam basis: & quid basim reddat majorem vel minorem.*

Quo ipso alia tabula quadrata ibi surgit, itidem paullatim altius descendens, donec rursus particulæ salis allabentes, hanc superare, & tertiam quandam tabulam formare possint; atque ita deinceps. Sed particulæ salis secundam tabulam componentes non tam facile per priorem devolvuntur, quam quæ illam primam formabant per aquam; neque enim superficiem tam æqualem & facilem ibi offendunt, & propterea sæpius ad medium non pertingunt; quod cum eo ipso vacuum relinquatur, tardius hæc secunda tabula descendit, quam prima; sed paulo major fit antequam tertia incipiat formari, & denuo hæc, paulo plus vacui in medio relinquendo, paulo major evadit quam secunda, & ita porro, donec integrum illud granum, ex pluribus hujusmodi mensulis coacervatis, absolvatur; id est, donec, oras vicinorum granorum contingens, ulterius crescere nequeat.

XV. *Cur interdum particulæ salis aquæ fundum petant, priusquam in grana possint concre-*

Magnitudo primæ tabulæ à gradu caloris est quo aqua, dum illa fit, agitatur; quo enim hæc agitatio major est, hoc altius particulæ salis innatantes superficiem illius deprimunt, atque ita basis minor fit; immo aqua tam valide concuti potest, ut partes salis pessum eant antequam ullum granum formaverint. Ex quatuor lateribus hujus basis, quatuor frontes surgunt, cum quadam acclivitate; quæ, si calor semper æqualis fuerit inter generandum hoc granum, nonnisi ex causis jam enumeratis dependet; sed si intendatur, hæc acclivitas in parte harum frontium quæ tunc formabitur, minor erit; & contra major, si remit-

remittat: Atque si alternatim modo augeatur modo minuatur, quasi in gradus hæ acclivitates videbuntur fractæ. Et quatuor veluti costæ, connectentes has quatuor frontes, nunquam valde acutæ sunt & præcisæ; partes enim, quæ lateribus hujus grani sese adjungunt, ut plurimum quidem in longum porrectæ, quemadmodum diximus, ibi adhærent; sed quæ ad angulos ex quibus hæ costæ surgunt devolvuntur, facilius aliter se applicant; quemadmodum scilicet exhibentur ad P, quod hos angulos paulo obtusiores & minus æquales reddit; unde ipsum etiam granum sæpissime fragilius est hîc quam alibi, & spacium in medio vacuum, rotundum potius quam quadratum.



...scere. Quomodo quatuor latera cujusque grani, modo magis, modo minus inclinata & inæqualia reddantur. Cur commissuræ istorum laterum non sint admodum accuratæ, faciliusque in ipsis quam alibi grana frangantur: & cur cavitas quæ in medio est cujusque grani, rotunda potius sit quam quadrata.

XVI. *Cur grana ista in igne crepitent quum integra sunt, confracta autem non crepitent.*

Præterea quoniam hæ partes granum componentes, præter ordinem quem explicavimus, cætera satis confuse junguntur, sæpius inter illarum extremitates, quas se mutuo contingere non necesse est, satis vacui spatii relinquitur ad recipiendas aliquas dulcis aquæ partes, quæ ibi inclusæ & conglobatæ remanent, velut videmus ad R, saltem quamdiu non nisi mediocriter moventur; sed cum vehementi calore concitantur, magno impetu dilatari nituntur, eodem modo quo supra diximus, quum aqua in vapores solvitur, atque ita hos carceres cum fragore disrumpunt. Vnde fit ut salis grana, si integra in ignem mittantur, crepitando dissiliant, non autem si prius comminuta fuerint & in pulverem redacta; tum enim hæc claustra jam effracta sunt.



XVII. *Vnde oriatur odor salis naturaliter albi, & color nigri.*

Præterea nunquam aqua marina tam pure ex particulis jam descriptis componi potest, quin aliæ simul immistæ occurrant, quæ licet multo tenuiores sint, ibi tamen commorari, & particulis salis inseri possunt. atque ab his procedit gratissimus illi violarum odor, quem recens sal album exhalat; itemque ille sordidus color, quem in nigro videmus; omnesque aliæ proprietates quæ in salibus, ex diversis aquis excoctis, reperiuntur.

XVIII. *Cur sal sit friabile, album, vel transparens: &*

Denique rationem intelligemus, cur salis grana satis facile conteri possint & friari, si recordemur qua ratione partes ejus inter se nectantur. Intelligemus etiam cur sal, cum satis purus est, semper vel albus vel pellucidus appareat, si ad crassitiem particularum ex quibus

cur facilius liquescat quum grana ejus integra sunt, quam quum fuerunt confracta & lente siccata. Cur ejus particulæ minus flexiles sint quam aquæ dulcis; & cur tam hæ quam illæ teretes sint.

bus ejus grana componuntur, & ad naturam coloris albi, quæ infra explicabitur, spectemus. Neque mirabimur, salem granis integris, & non siccatis, satis facile ad ignem liquescere, cum sciamus, tunc illum plures aquæ dulcis particulas suis immistas habere. Neque contra, hoc ipsum multo difficilius fieri, granis contusis & lento igne exsiccatis, adeo ut omnes aquæ dulcis particulæ ex eo evolarint; si consideremus, tunc illum non posse liquidum fieri, nisi permultis ex ejus partibus inflexis & complicatis; illas autem non nisi admodum difficulter inflecti. Nam licet fingere possimus, omnes particulas aquæ marinæ fuisse olim quasi per gradus unas, aliis paulo magis flexiles, vel paulo minus, adeo ut inter minimas, quæ ad salem pertinebant, & maximas quæ ad aquam dulcem, vix ulla differentia esset. Quia tamen eæ tunc se inflectere atque aliis circumvolvere cœperunt, progressu temporis se paulatim emollire, & magis ac magis flexiles reddere debuerunt, & contra aliæ quibus circumvolutæ sunt, plane rigidæ & inflexiles remanere; nunc omnino putandum est, magnum discrimen inter has & illas esse. Vtræque tamen sunt teretes sive rotundæ; nempe partes aquæ dulcis instar restis vel anguillæ, & salis instar baculi vel cylindri. Quæcunque enim corpora diu & diversimode ita moventur, figuram aliquo modo circularem assumunt.

XIX.

Quomodo oleum quoddam, sive potius aqua acidissima ex sale extrahatur. Et cur magna sit differentia inter saporem illius aquæ acidæ, & salis.

His autem ita cognitis facile etiam agnoscitur natura istius aquæ fortissimæ atque acidissimæ, quæ Chymicis spiritus vel oleum salis dicta, aurum solvit. Quum enim non sine magna vehementia ingentis ignis extrahatur ex sale vel puro, vel alio, corpori maxime sicco & fixo immisto, ut lateri coctili; qui impedit ne liquescat: palam liquet, partes illius easdem esse, quæ antea salem composuere, sed illas per alembicum ascendere non potuisse, & ita ex fixis in volatiles mutari; nisi postequam inter se collisæ & vi ignis agitatæ, ex rigidis & inflexibilibus quales erant, plicatiles evaserunt, atque eadem opera ex teretibus planæ & secantes, ut folia iridis vel gladioli; nam alias minime flecti potuissent. Vnde etiam ratio in promptu est, quare saporem multum à sale discrepantem habeant. in longum enim porrectæ linguæ incubantes, acie sua extremitatibus nervorum illius obversa, atque ita secando devolutæ, alio plane modo quam antea illos afficere debent, & consequenter alium saporem, acidum nempe, excitare. Atque ita reliquarum proprietatum hujus aquæ ratio reddi posset; sed quia in infinitum hic labor excur-

excurreret; nunc ad vapores reversi, exploremus qua ratione illi in aëre moveantur, & ventos ibi generent.

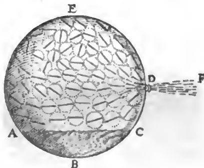
CAPUT IV.

De ventis.



Omnis aëris agitatio sensibilis ventus appellatur, & omnia corpora tactum visumque effugientia dicimus aërem. Sic rarefactam aquam, & in vaporem subtilissimum transmutatam, in aërem conversam aiunt; licet publicus ille aër quem respiramus, ut plurimum ex particulis, quæ multo tenuiores sunt partibus aquæ, & figuram omnino diversam habent, componatur. Atque ita aër ex folle elisus, vel flabello impulsus, ventus nominatur; licet venti latius diffusi, terrasque & maria perflantes, nihil sint nisi vapores moti, qui dilatati, ex loco arctiori in quo erant, in alium ubi facilius expandantur, transeunt. I. *Quid sit ventus.*

Eadem ratione qua in globis, quos Æoli pilas dicunt, paululum aquæ, in vaporem resolutæ, ventum satis magnum & impetuosum, pro ratione materiæ, ex qua generatur, excitat. Et quoniam hic ventus artificialis, ventorum naturalium cognitioni haud parum lucis affundere potest, è re fore arbitror illum hîc explicari. A B C D E est globus ex ære vel alia tali materia, totus cavus & undiquaque clausus, nisi quod aperturam exiguam habeat in regione D. Cujus parte A B C aquæ plena, & altera A E C vacua, id est nihil extra aërem continente, illum imponimus igni, cujus calor exiguas aquæ partes agitando, efficit ut multæ supra ejus superficiem A C attollantur; ubi expansæ & rotatæ colliduntur, magnoque molimine recedere ab invicem nituntur, ut supra explicatum fuit. Et quia se ita expandere atque ab invicem removere non possunt, nisi quatenus aliquæ ex iis per foramen D egrediuntur, tota illa vis, qua plures colliduntur, tan- II. *Quomodo in Æoli pilis generetur.*

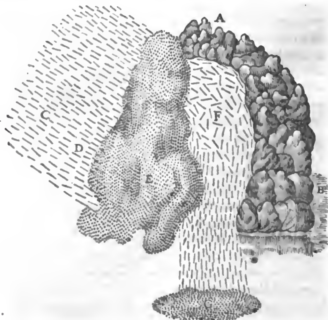


 quam

quam in unum collecta, id agit ut proximas per illud exturbet. Atque ita ventus à D ad F spirans excitatur. Et quia semper aliæ hujus aquæ particulæ, in altum ab hac superficie A C à calore sublatæ, dilatantur atque ab invicem recedunt, dum interim per foramen D aliæ enituntur, hic ventus non cessat ante universam globi aquam exhalatam, vel calorem extinctum.

III. *Quomodo etiam in aëre fiat, Ventos præcipue ex vaporibus oriri, sed non ex iis solis componi. Et cur à vaporibus potius quam ab exhalationibus oriantur.*

Venti autem illi naturales qui solent in aëre sentiri, eodem fere modo quo hic artificialis, generantur, & præcipue tantum in duabus rebus discrepant. Quarum prima, quod vapores unde his origo, non tantum ab aquæ superficie, ut in hoc globo, sed etiam à terra humenti, nive & nubibus, emittantur; & quidem plerumque majori copia quam ex aqua: quod in illis particulæ, fere jam separatæ & disjunctæ, facilius porro divellantur. Altera, quod vapores arctius quidem in Æoli pila possint detineri, quam in aëre; ubi tantum objectu vel aliorum vaporum, vel nubium, vel montium, vel denique ventorum ex aliis locis venientium, impediuntur, ne ubivis æqualiter se extendant; sed vicissim alii alibi vapores sæpe reperiun-



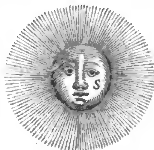
tur,

tur, qui eodem tempore condensati quo hi dilatantur, locum à se relictum illis occupandum tradunt. Ut si exempli gratia magnam vaporum copiam imaginemur consistere in aëris regione F, qui se expandentes multo majus spacium eo quo continentur affectant; & simul eodem tempore alios hærere ad G, qui coacti ac in pluviam vel nivem mutati, maximam partem spatii quod occupabant deserunt, minime dubitabimus, quin illi qui juxta F reperiuntur, digressuri sint ad G, atque ita ventum eo ruentem generaturi; præsertim si etiam cogitemus, eos impediri, quo minus ferantur versus A vel B, ab altissimis montibus ibi sitis, & quo minus ferantur versus E, ab aëre spisso, & vi alterius venti spirantis à C ad D condensato: Et postremo nubes supra illos stare, quæ prohibent ne altius possint evolare. Hic autem observemus, vapores, ita de loco in locum transeuntes, omnem aërem iis in via occurrentem, & omnes exhalationes isti aëri permixtas, secum deferre; Adeò ut, quamvis illi propemodum soli ventis causam dent, non tamen soli eosdem componant, sed dilatationem & condensationem harum exhalationum, & hujus aëris, quantum in se est, generationem ventorum etiam juvare: hoc tamen adeò parum esse, ut vix in rationem venire debeat. Aër enim dilatatus duplum tantùm aut triplum spatii illius præterpropter occupat, quod à mediocriter condensato occupari solet; quum contra vapores bis vel ter millies tantundem exigant: & exhalationes non dilatantur, id est non extrahuntur ex corporibus terrestribus, nisi per vehementem calorem; nec fere unquam deinde quantumcunque aspero frigore tantum constringi possunt, quantum antea fuere: Quum contra & exiguus calor solvendæ in vaporem aquæ, & moderatum etiam frigus vaporibus deinde in aquam glomerandis sufficiat.

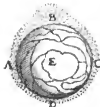
IV. *Cur venti ab Oriente sicciores sint quàm ab Occidente: & cur manè potissimum ab Oriente, ac vesperi ab Occidente flent venti?*

Sed jam speciatim proprietates & generationem principum ventorum contemplemur. Primò observatur, totum aërem circa terram ab Oriente ad Occidentem volvi: Idque hoc loco supponendum erit, cum commodè ratio diduci nequeat, quin totius universi fabrica simul explicetur; quod extra nostrum propositum. Sed deinde notatur, ventos Orientales plerumque multo sicciores esse, magisque aptos ad serenum aërem & nitidum reddendum, quam Occidentales: quia hi nitentes contra naturalem vaporum cursum illos sistunt, atque in nubes cogunt; cum contra illi eosdem pellant & dissipent. Ut plurimum etiam Orientales

tales manè ſpirare animadvertimus, Occidentales verò veſperi. Cujus rei cauſa manifeſta erit, contemplanti terram A B C D & Solem S, qui hemiſphærium A B C illuſtrans, & faciens medium diem ad B, mediam noctem ad D, eodem tempore occidit reſpectu populorum habitantium ad A, & oritur reſpectu habitantium ad C. Nam quia vapores ad B valde dilatati ſunt calore diurno, feruntur partim per A, partim per C verſus D; ubi ſpatium illorum occupaturi quos frigus noctis ibi condenſavit, efficiunt ventum occidentalem ad A, ubi Sol occidit; & orientalem ad C, ubi exoritur.

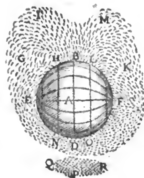


V.
Quòd cæteris paribus venti ab Oriente fortiores ſint quàm ab Occidente. & cur ventus Borealis ſæpius flet de die quàm de nocte. Cur potius tanquam ex cælo verſus terram, quàm ex terra ſurſum verſus; & cur cæteris ſoleat eſſe fortior, atque valde frigidus & ſiccus.



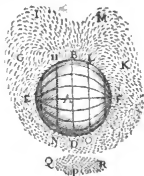
Et hic ventus ita factus ad C, ut plurimùm fortior eſt, & celeriùs rapitur, quàm ille qui generatur ad A: tum quia curſum totius maſſæ aëriæ ſequitur, tum etiam quia in parte terræ, quæ eſt inter C & D, citiùs & fortiùs, ob diuturniorem Solis abſentiam, facta eſt vaporum condenſatio, quàm in illa quæ eſt inter D & A. Conſtat etiam, ventos Septentrionales ut plurimum interdiu ſpirare, illoſque ex alto ruere, maximeque violentos, frigidos, & ſiccos eſſe. Cujus ratio patebit, ſi conſideremus, terram E B F D, ſub polis E & F, ubi non multum Sole incaleſcit, multis nebulis & nubibus tectam eſſe; atque ad B, ubi Sol in illam directos & perpendiculares radios mittit, plurimos vapores excitari, qui actione luminis agitati celeriter ſublimia petunt; uſque dum eò pervenerint, unde vi ſui ponderis urgente, faciliùs ad latera detorquentur, & iter ſuum tenent verſus I & M, ſupra nubes G & K, quàm ulteriùs rectà aſcendant: cumque hæ nubes G & K etiam incaleſcant & rarefiant à Sole, vapores inde egreſſi potius progrediuntur à G ad H, & à K ad L, quàm vel ad E vel ad F: aër enim craſſus qui ſub polis eſt validiùs iis obniti-

obnititur, quàm vapores è terra versus meridiem surgentes, quia hi vehementer concussi, & ad motum quaquaversum jam parati, non gravatè iis loco cedunt. Atque ita si ponamus, Arcticum Polum esse versus F, motus vaporum à K ad L, ventum Septentrionalem excitabit, interdiu per Europam spirantem: qui ventus ex alto præceps ruit; nam ex nubibus in terram fertur. Valde quoque ut plurimum impetuosus est; nam æstu omnium maximo excitatur, Meridiano scilicet: & materiâ omnium facillimè in vapores dissolubili, nubibus scilicet, constat. Postremò hic ventus frigidissimus & siccissimus est; cum ob ingentem illius vim; supra enim diximus, ventos impetuosos semper siccos & frigidos esse; tum etiam siccus est, quia ut plurimum ex particulis aquæ dulcis crassioribus cum aëre mixtis componitur, & humiditas præcipuè consistit in subtilioribus, quæ rarò in nubibus, unde hic ventus originem ducit, commorantur; nam, ut mox videbimus, glaciei potiùs, quàm aquæ naturam obtinent; tum etiam frigidus est, quia secum, meridiem versus, materiam subtilissimam Borealem rapit; quæ primaria frigoris causa est.



E contrà observatur, ventos meridionales noctu ut plurimum flare, ex humili in sublimia eniti, lentos esse & humidos. cujus rei ratio manifesta itidem erit intuentibus terram EBFD, & cogitantibus, partem illius D, quam sub Æquatore & in qua nunc noctem esse suppono, satis adhuc caloris à diurno Sole retinuisse ad attollendos ex se multos vapores; sed aërem qui est paulò altiùs versus P., non parum refrixisse. Nam communiter omnia corpora crassa & ponderosa, ut terra quæ est ad D, diutius receptum calorem servant, quàm subtilia & levia, ut aër qui est ad P. Atque hoc efficit ut vapores qui tunc versus P existunt non effluant versus Q & R, quemadmodum ii qui sunt in aliâ parte effluunt versus I & M, sed ibi cogantur in nubes; quæ impedientes, quò minùs alii vapores terrâ D egressi altè ascendant, illos undequaque inflectunt versus N & O, atque ita efficiunt ventum illum Meridionalem; qui noctu

VI. Cur ventus Australis sæpius flet noctu quàm interdiu: & cur flet tanquam ex imo in altum. Cur soleat esse lentior cæteris & debilior: nec non calidus & humidus.



solet spirare, & ex inferiori loco in altum eniti, à terra nempe in aërem; & qui non potest esse nisi lentissimus, tum quia crassities aëris nocturni cursum illius tardat, tum quia materia qua constat, terrâ tantùm vel aquâ egressa, non tam promptè, nec tantâ copiâ dilatatur, quàm materia reliquorum, quæ plerumque à nubibus effunditur. Postremo calidus quoque & humidus est, tum ob segniorum cursum; Tum etiam humidus est, quia ex partibus aquæ dulcis tam crassioribus quàm subtilioribus componitur, quippe quæ simul è terra surgunt. Et calidus est, quia materiam subtilem quæ in Meridionali plaga erat, Septentriorem versus secum ducit.

VII. *Cur ineunte vere venti sint sicciores: & tunc aëris mutationes magis subitaneæ ac frequentes fiant.*

Palàm etiam est, mense Martio, & in universum toto vere, ventos sicciores, & mutationes aëris frequentiores & magis subitas esse, quàm ulla alia anni tempestate. Cujus rationem adhuc inspectus terræ globus EBFD revelare potest, si cogitemus, Solem (quem è regione circuli BAD repræsentantis Æquatorem consistere fingo, & ante tres menses è regione circuli HN, tropicum Capricorni repræsentantis, hæsisse) multò minus hæmisphærium terræ BFD, in quo iam vernum tempus facit, calefecisse, quàm alterum BED, ubi Autumnum; & consequenter hoc dimidium BFD magis nive contectum, totumque aërem quo cingitur crassiorem & nubibus magis refertum esse, quàm illum qui alterum dimidium BED circumdat. Atque hinc est quod interdiu vapores multo plures ibi dilatantur, & viceversa noctu plures condensantur. massâ enim terræ minus ibi calefactâ, vi interea Solis non minore existente, major est inæqualitas inter calorem diurnum & nocturnum frigus; atque ita venti Orientales, mane ut dixi plerumque spirantes, & Septentrionales media die, uterque siccissimus, illo anni tempore validiores, quàm ullo alio esse debent. Et quum venti Occidentales vesperi flantes satis quoque fortes sint ob eandem rationem ob quam Orientales mane spirantes, simul ac vel minimum ordinarius horum ventorum cursus, aut juvatur aut tardatur, aut detorquetur

à causis

à causis particularibus, quæ in singulis plagis magis aut minùs aërem dilatare, aut condensare possunt, plures ex iis inter se concurrunt, & ita pluvias generant & tempestates, quæ tamen paulo pòst cessare solent, quia venti Orientales & Septentrionales, pellendis nubibus idonei, superiores evadunt.

Et crediderim, hos ventos Orientales & Septentrionales esse, quibus Græci Ornithiarum nomen ob reductas aves, vernam auram sequentes, imposuere. Sed quantum ad Etesias, quos à Solstitio æstivo observabant, verisimile est illos provenire ex vaporibus vi Solis à terris & aquis quæ in Septentrione sunt elevatis, postquam jam satis diu ad Tropicum Cancri hæsit. Constat enim, illum diutius in Tropicis morari, quàm in spatio interjecto: & cogitandum, mensibus Martio, Aprili, & Maio, maximam nubium & nivium partem, quæ circa polum nostrum hærebat, in vapores & ventos resolvi; Ventosque istos ab initio veris (quo tempore sunt validissimi) ad Solstitium æstivum, paulatim deficiente materiâ, languescere; Mense verò Iunio nondum ibi terras & aquas satis esse calefactas, ut materiam novi venti suppeditent; Sed paulatim Sole ad tropicum Cancri commorante, magis & magis illas incalescere, tandemque idcirco Etesias producere, quum magnæ illius & pertinacis diei, quæ ad sex integros menses ibidem extenditur, Meridies paululum inclinat.

VIII. Qui sint venti ab antiquis Ornithiæ dicti. Et qui sint Etesiæ.

Cæterum hi venti Generales & Regulares perpetuò tales forent, quales illos descripsimus, si superficies terræ ubivis æqualiter aquâ tegeretur, vel æqualiter extra illam emineret, adeò ut nulla omnino marium, terrarum, & montium diversitas esset, nec ulla alia causa extra præsentiam Solis, qua vapores dilatarentur, nec ulla extra ejus absentiam, qua condensarentur. Sed notandum, Solem, dum splendet, communiter plures vapores ex mari quàm terrâ attollere; quia terra, multis in locis exsiccata, non tantum materiæ illi, quàm aqua, suppeditat: & contrà cùm Sol recessit, calorem relictum, plures è terrâ quàm è mari elevare, quia terra diutius quàm mare calorem sibi impressum retinet: Et propterea sæpius in littoribus observatur, ventos interdiu à mari, noctu à terra spirare: ignis etiam fatuus ob eandem causam viatores noctu ad aquam ducit; indifferenter enim aëris cursum sequitur, qui eò à vicinis terris propterea defertur, quòd ille qui ibi est magis condensetur.

IX. Quid conferat terrarum & marium diversitas ad ventorum productionem. Et cur sæpe in locis maritimis interdiu flent venti à mari, & noctu à terra. Curque ignes fatui noctu viatores ad aquas ducant.

Item notandum, aërem qui superficiem aquarum tangit, motum illa-

X. Cur sæpe

venti in littore maris cum ejus fluxu & refluxu mutentur. Et cur idem ventus sit multo validior in mari quàm in terra: soleatque in quibusdam regionibus esse siccus; in aliis humidus. Cur in Ægypto ventus Meridionalis sit siccus, & vix unquam pluat.

illarum quodammodo sequi; Vnde sæpius venti juxta maris littora, cum fluxu illius & refluxu mutantur; & tranquillo aëre circa majora flumina placidi quidam venti, cursum illorum secuti, sentiuntur. Hîc etiam notandum, vapores ex aquis emissos humidiores semper & crassiores illis esse, qui ex terris attolluntur, quique ideò multo plus aëris atque exhalationum secum vehunt: unde fit ut eædem tempestates gravius in mari quàm in terra sæviant, & idem ventus qui in una regione siccus est, in alia calidus esse possit. Ita venti Meridionales humidi ferè ubivis, sicci in Ægypto feruntur, ubi terra Africæ, sicca & combusta, materiam iis suppeditat. Hinc etiam procul dubio rarò ibidem pluit. licet enim venti Boreales, à mari spirantes, ibi humidi sint, tamen, quia sunt etiam omnium frigidissimi, non facilè pluviam generare possunt, ut postea videbimus.

XI. *Quomodo & quatenus Astra conferant ad Meteora producenda.*

Præterea considerandum est, lumen Lunæ, quod admodum inæquale est, prout accedit ad Solem aut ab eodem recedit, dilatationem vaporum juvare; itemque lumen aliorum siderum. Sed tantum eadem proportione, qua in oculos nostros illa agere sentimus. Oculi enim ad cognoscendam luminis vim indices omnium certissimi sunt. Et ideò etiam stellæ comparatæ ad Lunam vix in rationem hîc venire debent, ut neque Luna comparata ad Solem.

XII. *Quid etiam ad ipsa conferant inæqualitates partium terræ. Vndeque oriatur varietas ventorum particularium, & quàm difficile sit ipsos prædicere.*

Denique considerandum est, vapores ex diversis regionibus terræ admodum inæqualiter surgere. Nam montes aliter Astris incalescunt quàm planities, nemora aliter quàm prata, & fundi exculti quàm relicti; terræ etiam nonnullæ ex naturâ suâ sunt aliis calidiores, vel ad calorem suscipiendum aptiores. Et præterea cùm valdè inæquales nubes in aëre formentur, eæque facillimè ex uno loco in alium transferantur, & diversis à terrâ intervallis sustineantur, & quidem interdum plures simul, una sub alia; Astra longe aliter in superiores quàm in inferiores agunt, & in has quàm in subjectam terram, alio etiam modo in easdem regiones terræ, cum nubibus teguntur, quàm cùm nullis, & postquam pluit aut ninxit, quàm ante. Quamobrem fieri non potest ut particulares ventos prænoscamus qui in singulis terræ partibus singulis diebus obtinebunt: Nam sæpe etiam contrarii unus supra alium feruntur.

XIII. *Ventos generales faci-*

Sed si omnia quæ hactenus dicta fuere probe observemus, poterimus utcumque conjicere qui venti frequentiores & vehementio-

res

res debeant esse, itemque quibus in locis & temporibus regnare. Atque hoc præcipuè sciri potest in iis maris partibus quæ à terris sunt valde remotæ, cum enim in ejus superficie neutiquam tanta sit inæqualitas, quantam in terrestribus locis notavimus, venti multo minùs irregulares ibi generantur; & qui à littoribus eò versus provehuntur, raró eò usque pertingere possunt. quod nautæ nostri satis experti sunt. nam idcirco mari omnium latissimo Pacifici nomen imposuere.

lius prænosci. Et cur minor in iis fit diversitas longissimè à littoribus in mari, quàm prope terram.

XIV. *Omnes ferè aëris mutationes pendere à ventis. Curque aer interdum fit fridigus & siccus flante vento humido & calido. Mutationes aëris à motu vaporum intra terram etiam pendere.*

Nihil præterea notatu dignum hîc occurrit, nisi quod fere omnes subitæ aëris mutationes (ut quod interdum magis incalescat, vel magis rarefiat, vel magis humescat quàm pro temporis ratione) à ventis ortum ducant: non tantum ab iis qui in ea regione spirant, in qua hæ mutationes percipiuntur, sed etiam ab iis qui in vicinis, & à diversitate causarum à quibus generantur. Si enim, exempli gratiâ, dum nos ventum Meridionalem hic sentimus qui ex causa particulari in viciniâ exortus, non multum caloris secum adducit, interea in locis propinquis alius à Septentrione spiret, qui à loco satis alto vel remoto veniat, materia subtilissima, quam is secum rapit, commodissime ad nos pertingere & frigus plane insolens efficere poterit. Et hic ventus Meridionalis, è vicino tantum lacu progressus, humidissimus esse potest, quum contra siccior foret, si veniret à locis arenosis quos ultra istum lacum esse suppono. Sique sola dilatatione vaporum hujus lacus effectus sit, nulla accedente condensatione aliorum versus Septentrionem, aërem nostrum longe crassiorem & magis gravantem reddet, quam si hac sola condensatione, sine ulla dilatatione vaporum Meridionalium, generaretur. Quibus omnibus si addamus, materiam subtilem, & vapores qui in terræ meatibus hærent, mox huc, mox illuc latos, quosdam ibi etiam veluti ventos componere, omnis generis exhalationes secum vehentes pro qualitate terrarum per quas labuntur; & præterea, nubes cum ab una regione aëris in aliam descendunt ventum efficere posse, aërem ex alto ad inferiora urgentem, ut mox dicemus; rationes credo omnium motionum habebimus, quæ in aëre notantur.

CAPUT V.

De nubibus.

I. *Quæ sit differentia inter nubem, nebulam & vaporem. Nubes constare tantum ex aquæ guttulis aut particulis glaciei: & cur non sint pellucidæ.*



Ostquam ita consideravimus qua ratione vapores dilatati ventos efficiant, videndum nunc est quomodo iidem coacti & condensati nebulas & nubes generent. Scilicet quamprimum notabiliter aëre puro minus pellucidi fiunt, si usque ad superficiem terræ descendant, nebulæ dicuntur; sed si in aëre maneant suspensi, nubes appellantur. Et notandum, quum motus illorum tardatur, particulæque quibus constant sibi invicem satis propinquæ sunt, ut una aliam attingat, illas jungi, & in diversos exiguos cumulos coire, qui sunt totidem guttæ aquæ vel flocculi glaciei; unde fit ut tunc hi vapores aëre puro minus pellucidi evadant. Quippe cum omnino separati in aëre fluctuant, luminis transitum non multum impedire queunt; at coacti possunt. licet enim guttæ aquæ, aut glaciei particulæ, quas componunt, sint pellucidæ; tamen cum singulæ earum superficies aliquot radios reflectant, (ut in Dioptrice de cunctis pellucidis corporibus dictum fuit,) facile tam numerosæ superficies ibi occurrunt, ut omnes vel fere omnes radios alio reflectere possint.

II. *Quomodo vapores in aquæ guttas vertantur. Et cur guttæ aquæ sint accurate rotundæ.*

Et quantum ad guttas aquæ, illæ formantur, cum materia subtilis, circa exiguas vaporum partes fusa, non quidem satis virium habet ad efficiendum, ut se extendentes atque in gyrum vertentes, unæ alias loco pellant, sed satis adhuc retinet ad illas complicandas, & omnes quæ se mutuo attingunt jungendas, atque in sphærulam glomerandas. Et superficies hujus sphærulæ tota æqualis statim & polita evadit, quia partes aëris illam contingentes, longe aliter quam partes illius moventur; itemque materia subtilis, per poros illius fusa, longe aliter quam quæ est in aëris poris; ut supra diximus, de maris superficie verba facientes. Atque ex eadem causa hæ guttæ exacte rotundæ fiunt. Vt enim sæpius notare potuimus, aquam fluminum in vortices agi; ubi aliquid impedit quo minus tam celeriter motu recto procedat quam incitatio ejus requirit: Ita putandum etiam est, materiam subtilem per corporum terrestrium poros, eadem ratione qua fluvius per intervalla herbarum in alveo suo crescentium vehitur, labentem,

tem, & liberius ex una aëris parte in aliam meantem, itemque ex una aquæ in aliam, quam ex aëre in aquam, aut viceversa ex aqua in aërem, ut alibi notamus; intra unamquamque guttam circumagi debere, ut & extra in aëre circumfuso, sed aliter hîc quam illic; & propterea omnes partes ejus superficiei rotundare. Cum enim aqua sit corpus liquidum, non potest non se ad hanc materiæ subtilis circuitionem accommodare. Et sine dubio hoc sufficit ad intelligendum, guttas aquæ rotundas accurate esse, secundum sectiones horizonti parallelas. Nulla enim omnino causa est, ob quam una circumferentiæ pars propius, quam alia non magis ab Horizonte distans, ad centrum guttæ accedat, aut longius ab eodem recedat; cum neque magis neque minus una quam alia ab aëre prematur, præsertim si tranquillus sit, qualem hic intelligere oportet. Sed quoniam, si guttas secundum alias sectiones consideremus, dubium esse potest, an non, cum sint ita exiguæ, ut pondere suo aërem descensui nequant aperire, planiores & minus in latitudine quam in longitudine crassæ fieri debeant, ut T vel V: Observandum est, illas aërem tam à lateribus quam infra circumfusum habere; atque si pondus earum non sufficiat ad illum quem infra se habent loco movendum, ut descendant, non magis posse illum qui est circa latera, inde pellere, ut in latitudinem diffundantur. Et quum è contra dubitare possimus, an non, cum pondere suo pressæ descendunt, aër quem dividunt illas aliquo modo oblongas reddat, ut repræsentantur ad X aut Y: notandum est, ipsas aëre undiquaque cingi, atque ideo illum, quem ita dividunt, & cujus locum occupant descendendo, eodem tempore debere supra ipsas ascendere ad replendum spatium quod relinquunt; quod non aliter fieri potest, quam si juxta ipsarum superficiem fluat; ubi viam magis compendiosam & expeditam inveniet, si globosæ sint quam si cujuslibet alterius figuræ. Cuivis enim liquet, figuram rotundam omnium capacissimam esse, id est, minimum superficiei habere, pro ratione magnitudinis corporis sub ea contenti. Et ita, quomodocunque demum illas guttas consideremus, perpetuo rotundæ esse debent, nisi forsan impetus venti aut alia causa particularis obstiterit.



III. *Quomodo fiant parvæ vel magnæ.*

Quod ad illarum magnitudinem attinet, pendet ex eo quod particulæ vaporis magis vel minus ab invicem distent, cum illas componere

ponere incipiunt; itemque ex eo quod postea magis vel minus agitentur; & denique à copia aliorum vaporum, qui ad illas accedere possunt. Nam initio singulæ guttæ ex tribus tantum aut quatuor concurrentibus vaporis particulis componuntur; sed statim postea, saltem si hic vapor fuerit satis densus, duæ aut tres ex guttis, inde factis, sibi invicem occurrentes in unam coalescunt, & denuo duæ aut tres harum in unam, & ita porro donec amplius concurrere nequeant. Et dum in aëre suspensæ feruntur, supervenientes alii vapores iis adjungi queunt, atque ita illas crassiores reddere, donec urgente pondere in rorem vel in pluviam decidant.

IV.

Quomodo vapores in glaciei particulas mutentur. Cur hæ glaciei particulæ fiant interdum rotundæ & transparentes, interdum minutæ & oblongæ, interdum rotundæ & albæ. Et cur hæ ultimæ quibusdam quasi pilis perexiguis tectæ sint; quidque eas majores aut minores reddat, earumque pilos crassiores vel tenuiores.

Exiguæ vero glaciei particulæ formantur, dum frigus adeo intensum est, ut vaporum partes à materia subtili iis immixta flecti nequeant. Et siquidem hoc frigus demum guttis jam formatis supervenerit, eas congelat, sphærica quam habebant figura invariata; nisi ventus satis vehemens simul adfuerit, cujus impulsu ea parte qua illi obvertuntur planiores fiant. Contra vero frigore antequam formari cœperint superveniente, particulæ vaporis in longum tantum porrectæ junguntur, & filamenta glaciei admodum tenuia constituunt. Ast si medio tempore (quod ut plurimum accidit) supervenerit, partes vaporum paulatim ut plicantur & glomerantur conglaciat; neque tantum temporis iis relinquitur, ut satis perfecte ad guttas formandas jungi possint. Atque ita exigui glomi, aut pilulæ glaciei fiunt albæ, quia plurimis capillamentis constant, quorum singula superficies distinctas & ab aliis sejunctas habent, licet invicem accumulata implicentur; & hæ pilulæ circumcirca pilosæ sunt, quia plurimæ semper vaporis partes, quæ non tam cito quam aliæ flecti & coacervari possunt, erectæ ad illas accedunt, & capillamenta quibus teguntur efficiunt: & prout hoc frigus vel lentius advenit vel celerius, & vapor densior, aut rarior est, hæ pilulæ etiam majores vel minores fiunt, & capillamenta illas cingentia vel crassiora & simul breviora, vel tenuiora & longiora evadunt.

V.

Solum frigus non sufficere ad vapores in aquam aut glaciem vertendos.

Atque ex his videmus: duo semper requiri ad vapores in glaciem vel aquam mutandos; nempe ut illorum partes sint tam propinquæ, ut se mutuo contingere queant, & satis frigoris adsit ad illas, dum se ita invicem tangunt, sistendas & connectendas. Non enim sufficeret frigus vel intensissimum, si particulæ vaporum, per aërem sparsæ tam remotæ essent ab invicem, ut nullo modo jungi possent; nec sufficeret etiam, ipsas esse valde vicinas, si tanta esset caloris agitatio,

tatio, ut impediret illarum nexum. Ita non semper in sublimi aëre nubes cogi cernimus, licet frigus ibi ad hanc rem perpetuo satis vehemens sit: sed insuper requiritur ut vel ventus Occidentalis, ordinario vaporum cursui obnitens, illos colligat & condenset, in locis in quibus ejus cursus finitur; vel etiam ut duo alii venti, à diversis regionibus flantes, illos medios premant atque accumulent, vel ut alter eorum illos in nubem jam formatam impellat; vel postremo ut ipsi vapores inferiori nubis alicujus parti occurrentes, dum à terra elevantur, sponte ad invicem accedant. Neque etiam perpetuo nebulæ circa nos generantur; licet hyeme quidem aër sit satis frigidus æstate vero magna satis vaporum copia adsit; sed duntaxat cum aëris frigus & vaporum copia simul concurrunt; quod sæpius versperi aut noctu accidit, quum dies tepidus & insolatus præcessit. Et frequentius vere quam aliis anni temporibus, etiam quam Autumno, quia tunc major est inæqualitas inter calorem diurnum & nocturnum frigus; frequentius etiam in locis maritimis aut paludosis, quam in terris longe ab aqua remotis, aut in aquis longe à terra dissitis, quoniam aqua ibi suum calorem citius amittens quam terra, frigefacit aerem, in quo porro vapores, quos terræ calidæ & humentes magna copia exhalant, condensantur.

Qua causa vapores in nubes cogant; & quæ eosdem in nebulas congregent. Quare veris tempore plures nebulæ appareant; & plures in aquosis locis, quam in siccis.

VI. Maxime autem nebulæ formantur in locis, quibus duorum aut plurium ventorum cursus terminatur. Hi enim venti plurimos vapores eò compellunt, qui vel in nebulas coguntur, si nempe aër in terræ vicinia admodum frigidus est; vel in nubes, si non nisi altior satis frigidus sit iis condensandis. Et notemus, aquæ guttas, aut particulas glaciei ex quibus nebulæ componuntur, valde exiguas esse: Nam si vel tantillum intumescerent, statim ad terram pondere suo deducerentur; adeo ut non amplius nebulam, sed pluviam aut nivem diceremus. Et præterea nullum unquam ventum spirare posse, ubi illæ sunt, quin statim dissipentur, præsertim cum aquæ guttis constant. minima enim aëris agitatio plurimas guttas jungens, singulas intumescere atque in pluviam aut rorem destillare cogit.

Maximas nebulas aut nubes oriri ex duorum vel plurium ventorum occursu. Aquæ guttas, aut particulas glaciei ex quibus nebulæ componuntur, non posse non esse perexiguas. Nullas in aëre inferiore nebulas esse solere ubi flat ventus, vel statim ipsas tolli.

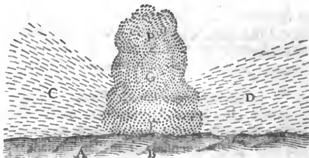
VII. Id etiam insuper circa nubes observandum, illas in diversis à terra distantiis produci posse, prout vapores altius aut minus alte enituntur, antequam satis condensati sint ad illas formandas; unde fit ut plures interdum, unas sub aliis latas, & etiam diversis ventis agitatas,

Multas sæpe nubes unam supra aliam existere,

præsertim in locis montosis. tatas, cernamus. Atque hoc imprimis in locis montanis evenit, ubi calor vapores attollens inæqualius quam alibi agit.

VIII. *Superiores nubes solis particulis glaciei constare solere.* Notandum quoque, has nubes, vel saltem harum celsissimas, nunquam fere ex guttis aquæ componi posse, sed tantum ex particulis glaciei. Certum enim est, aërem in quo consistunt, frigidiorem, vel ad minimum æque frigidum esse, ac est ille qui summis editorum montium jugis incumbit; qui tamen, etiam in media æstate, nives ibi solvi non patitur. Et quoniam vapores quo altius enituntur, tanto plus frigoris ipsos constringentis inveniunt, minusque à ventis premi possunt, propterea ut plurimum, maxime sublimes nubium partes, tantum ex tenuissimis glaciei capillamentis, longe à se invicem dissitis, constant. Deinde paulo inferius glomi hujus glaciei admodum exigui & pilosi formantur, & gradatim; adhuc inferius alii paulo majores; & postremo interdum in infimo loco guttæ aquæ colliguntur. Atque aëre quidem omnino placido & tranquillo, vel etiam æqualiter aliquo vento vecto, tam hæ aquæ guttæ quam particulæ glaciei, satis laxe, & sine ordine dispersæ, ibi morari possunt; ita ut forma nubium tum nihil à nebula differat.

IX. *Nubium superficies à ventis premi, perpoliri & planas reddi. In his planis superficiebus globulos glaciei ex quibus componuntur, ita disponi ut unumquemque sex alii circumstent.* Sed ut plurimum ventis impelluntur. Qui quoniam non tam late patent, ut omnes earum partes simul cum aëre circumfuso moveri possint, supra vel infra feruntur; & illarum superficies radendo sic premunt, ut eas valde planas & læves reddant. Quodque in primis hic notari debet, omnes exigui nivium glomi, qui in his superficiebus inveniuntur, accurate ita ordinantur, ut singuli eorum sex alios circa se habeant, se mutuo tangentes, vel saltem æqualiter ab invi-

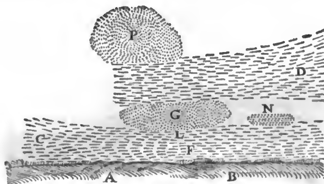


cem

cem distantes. Fingamus exempli gratia, supra terram A B ventum spirare ab Occidente D, ordinario aëris cursui reluctantem, aut, si maluerimus, alteri vento flanti ab Oriente C; Atque hos ventos initio mutuo se stitisse circa spatium F G P, ubi quosdam vapores condensarunt, ex quibus molem confusam effecerunt, dum vires utriusque collatæ & æquales aërem ibidem tranquillum & placidum reliquerunt. Sæpius enim evenit ut duo venti hac ratione opponantur, quia semper multi diversi eodem tempore circa terram spirant, & singuli eorum rectà excurrunt, donec alium contrarium sibi obsistentem inveniant.

Sed horum ventorum, quorum unus à C, alius à D, versus PGF spirat, non diu vires paribus momentis ita libratæ ibi manere possunt, eorum materia continuo magis magisque eo affluente. nisi uterque simul cesset, (quod raro fit) fortior tandem vel infra vel supra nubem prorumpit, vel etiam per ejus medium, vel per ambitum, prout via ipsi commodior occurrit; quo ipso nisi aliam plane supprimat, ad minimum illum cedere cogit. Vt hîc suppono, ventum Occidentalem, erumpentem inter G & P, Orientalem coëgisse ut inferius transeat ad F, ubi in rorem solvit nebulam, quæ infima pars erat molis P G F: Et consequenter nubem G, quæ

X. *Quomodo interdum duo venti diversi, in eodem terræ loco simul flantes, unus inferiorem, alius superiorem ejusdem nubis superficiem perpoliat.*

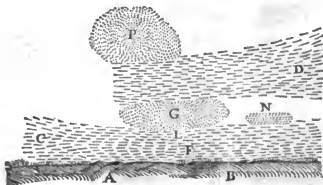


fuit pars media ejusdem molis, inter hos duos ventos suspensam, ab his utrinque complanari & lævigari: itemque parvas glaciei pilulas, quæ in ejus superficie tam superiori quàm inferiori reperiuntur, easque etiam quæ in superficie inferiori nubis P, ita ordinari, ut singulæ sex alias circa se habeant æqualiter ab invicem distantes. Nulla enim est ratio quæ illud impedire possit. Et naturali-

ter omnia corpora rotunda & æqualia, in eodem plano satis similiter mota, hac ratione disponuntur: ut facile est experimento cognoscere, si margaritas aliquot rotundas ejusdemque magnitudinis filo solutas in vasculi alicujus operculum, quod planum sit, confuse projiciamus: hoc enim leniter concusso, vel tantum margaritis flatu impulsis, ut quàm proximè ad invicem accedant, videbimus illas sponte ita disponi.

XI. *Circumferentias nubium non idcirco ita perpoliri, sed solere esse valde irregulares.* Sed notemus hîc, nos tantùm de superficiebus nubium, inferiori & superiori, esse locutos, non verò de lateralibus; quia inæqualis materiæ quantitas, quam singulis momentis venti iis adjicere & avellere possunt, figuram earum ambitus plerumque inæqualem & irregularem facit. Hîc non addo, exiguas pilulas glaciei quæ sunt in interiori nube G, eadem ratione, qua illæ quæ in superficiebus, ordinari debere; quia non adeò manifestè liquet.

XII. *Multas interdum glaciei particulas infra nubem aliquam congregari, ibique in variis planis foliorum instar tenuibus ita disponi, ut unaquæque sex aliis æquidistantibus cingatur. Sæpe illas quæ in unoquoque sunt plano, separatim ab aliis moveri. Nonnunquam etiam integras nubes ex solis glaciei particulis sic dispositis componi. Aqua* Sed dignæ consideratione sunt illæ, quæ interdum inferiori ejus superficiei, postquam jam tota formata est, adhærent. Si enim interea dum illa pendet in spatio G, quidam vapores ascendant è terra, quæ est versus A, qui, frigescentes in aëre paullatim in exiguas glaciei pilulas concrescant, & per ventum agantur ad L; nullum omnino dubium est, quin hæ pilulæ ita debeant ordina-



ri, ut singulæ earum sex aliis cingantur, quæ æqualiter illas premant, & omnes in eodem plano existant. Atque ita componunt primò unum folium, sub hujus nubis superficie expansum; deinde aliud sub hoc protensum, & ita alia deinceps, quamdiu nova materia accedit. Præterea quoque notandum, ventum qui inter hanc nubem & terram fertur, fortiùs in inferius horum foliorum agen-

agentem, quàm in illud quod proximè superiùs illi incumbit, atque adhuc fortiùs in hoc quàm in id quod huic incumbit, & ita porrò, illa ducere & singula separatim movere posse, atque hac ratione superficies illorum polire, detritis ab utraque parte capillamentis, quæ exiguis pilulis glaciei, ex quibus componuntur, adhærent. Partem quoque horum foliorum, extra inferius hujus nubis spatium G, propellere & inde transferre potest, velut ad N, ubi nova nubes ex pluribus ejusmodi foliis tota conflatur. Et licet hic tantum pilularum glaciei fecerimus mentionem, facillimè tamen idem etiam de aquæ guttis intelligi potest; modò ventus non ita sit vehemens ut collidantur; vel si exhalationes nonnullæ iis circumfusæ, aut, quod frequenter accidit, quidam vapores nondum ad accipiendam aquæ formam dispositi, interjectu suo eas ab invicem separent. Nam aliàs simul ac concurrunt, plures in unam coëunt, & tam crassæ ac ponderosæ fiunt, ut necessariò decidant.

guttas in nubibus eodem etiam modo disponi posse.

XIII.

Quarundam maximarum nubium ambitum fieri aliquando circularem, & crustâ glaciei satis crassâ circumtegi.

Cæterum quod paulò ante dixi, figuram ambitus cujusvis nubis maximè plerumque irregularem & inæqualem esse, de iis tantummodò intelligendum quæ minùs spatii in altitudine & latitudine occupant, quàm venti circumlabentes. Aliquando enim tanta vaporum copia in iis plagis, ubi duo aut plures venti occurrunt, hæret, ut illis nec infra nec supra se transitum permittant, sed circa se rotari cogant, & sic nubem valde magnam forment. quæ, ubivis æqualiter per hos ventos pressa, ambitum plane rotundum & lævigatum habet; quæ etiam, cùm hi venti sunt paulò calidiores, vel cùm à Sole nonnihil ejus superficies incalescit, quâdem veluti crustâ ex plurimis glaciei particulis compositâ obducitur. Atque hæc crusta satis crassa fieri potest, & tamen pondere non obstante, in aëre suspensa remanere; quoniam à reliqua tota nube sustinetur. Cujus rei memores esse infrà oportebit, ad ea quæ de parheliis dicentur intelligenda.

CAPVT VI.

De nive, pluvia & grandine.



I.

Quare nubes solo aere suffultæ non cadant.

Multa sunt quæ vulgò impediunt, quò minus statim formatæ nubes ex alto delabantur. Nam primò particulæ glaciei, vel aquæ guttæ, quibus constant, valdè exiguæ, & consequenter multum superficiei pro ratione suæ materiæ habentes, sæpe magis impediuntur

tur ab aëris resistentia ne descendant, quàm à pondere suo impelluntur. Deinde venti, qui communiter validiores sunt prope terram, ubi materia ex qua constant crassior est, quàm in aëre sublimi, ubi subtilior; quique ideò frequentiùs ex humili sursum tendunt quàm ex alto deorsum; illos non tantum suspendere, sed etiam sæpius ultra regionem aëris in qua consistunt, attollere queunt. Idem etiam vapores possunt, qui terrâ egressi, aut aliunde venientes, aërem nubibus istis subjectum distendunt; vel etiam solus calor, qui hoc aëre dilatato illas repellit; vel etiam frigus aëris superioris; quod illo compresso nubes sursum attrahit. Et præterea particulæ glaciei, ventis impulsæ, contiguæ quidem evadunt, sed non tamen idcirco omnino uniuntur; quinimò corpus adeò rarum, leve atque extensum componunt, ut nisi calor aliquas harum partium liquefaciens superveniat, atque hac ratione illas condenset, ac graviores reddat, vix unquam ad terram descendere possint.

II. *Quomodo calor, qui alia multa corpora rarefacit, nubes condenset.*

Sed ut supra monuimus, aquam conglaciantem frigore quodammodo dilatari, ita hîc notandum, calorem qui alia corpora solet reddere rariora, communiter nubes condensare. Atque hoc in nive experiri licet, quæ plane ejusdem materiæ est ac nubes, nisi quod jam magis sit condensata. Illa enim in calido loco posita constringitur, & mole valde minuitur, ante etiam quam ulla aqua ex ea profluat, aut de pondere suo aliquid amittat. Quod accidit, quia capillamenta particularum glaciei ex quibus componitur, cum sint earundem particularum medio tenuiores, illo facilius liquescunt, & ex parte tantum liquescendo, id est, sese hinc & inde inflectendo, ob agitationem circumfusæ materiæ subtilis, amplexatum eunt vicinas glaciei particulas; non interea relictis iis, quibus ante innectebantur; atque ita efficiunt, ut unæ aliis appropinquent.

III. *Quomodo in nubibus particulæ glaciei multæ simul in floccos congregentur. Et quomodo isti flocci in nivem, vel pluviam, vel grandinem cadant.*

Sed quia particulæ glaciei quæ nubes componunt, ut plurimum longius ab invicem distant, quàm quæ nivem in terra; non ita ad quasdam ex vicinis accedere possunt, quin simul ab aliis quibusdam recedant. Et propterea cum prius æqualiter per totum aërem spargerentur, in plurimos deinde exiguos cumulos aut floccos separantur: Suntque hi flocci eo majores, quo nubes fuit antea densior, & quo lentius in eam calor egit. Et præterea vento aliquo, aut dilatatione totius aëris superioris, supremos horum floccorum prius quam inferiores deturbante, his inferioribus quibus descendendo occurrunt adhærent, atque ita majores fiunt, calorque postea illos condensans,

densans, & magis magisque graves reddens, facile in terram deducit. Et quum ita non omnino liquefacti descendunt, nivem componunt. Sed si aër per quem transeunt sit tam calidus, ut solvantur, (qualis hic apud nos tota æstate est, & sæpe etiam aliis anni temporibus) convertuntur in pluviam. Interdum etiam accidit, ut ita solutis, aut propemodum solutis, ventus frigidus superveniat, qui eos rursus constringendo in grandinem convertit.

IV. *Cur singula grandinis grana interdum sint pellucida & rotunda; Cur aliquando etiam sint unâ parte depressiora. Quomodo crassiora grandinis grana, quæ irregularis figuræ esse solent, generentur. Cur interdum solito major æstus in ædibus sentiatur.*

Hæc autem grando varia esse potest. Nam primò si ventus frigidus illam efficiens, guttas aquæ jam formatas deprehendat, globulos glaciei pellucidos & rotundos efficit, nisi quod interdum eâ parte quâ illos impellit aliquantò planiores reddat. Et si floccos nivis fere solutos deprehendat, sed nondum in aquæ guttas glomeratos, tunc fit illa grando cornuta; cujus figuræ valde diversæ & irregulares esse solent; ejusque grana interdum valde magna sunt, quoniam à vento frigido formantur, qui nivem è sublimi in inferiora præcipitans, plurimos ejus floccos simul compellit, & gelu in unam massam constringit. Atque hic notandum est, hunc ventum, dum floccis liquescentibus appropinquat, pellere in illorum poros calorem, id est, materiam subtilem maxime agitatam & minùs subtilem reliquâ, quæ tunc in aëre circumstante reperitur; quia ipse ventus non tam facilè nec tam citò atque hic calor potest eas pervadere. Eadem ratione, quâ interdum hic in terra sentimus, calorem, qui in domibus est, augeri, cùm repentino aliquo vento vel pluvia totus aër exterior subitò refrigeratur.

V. *Cur crassiora grandinis grana in superficie sint pellucida, & intus alba. Et cur fere tantum in æstate decidat talis grando. Quomodo alia grando instar sacchari alba generetur.*

Calor autem poris horum floccorum ita inclusus, quantum potest, ad ipsorum circumferentias potius, quàm ad centra, accedit; quoniam ibi materia subtilis in cujus agitatione consistit, liberiùs movetur: & ita eas ibi magis & magis liquefacere pergit, priusquam incipiant rursus in glaciem concrescere: atque etiam liquidissimæ, id est maxime agitatæ particularum aquearum, quæ alibi in istis floccis reperiuntur, ad eorum circumferentias accedunt; iis contra quæ non tam citò possunt liquescere, circa centra manentibus. Unde fit ut, cùm exterior superficies cujuslibet grani ex glacie continua & pellucida constare consueverit, in ejus tamen centro nonnihil nivis sæpe reperiatur, quod hæc grana frangentibus sese offert. Et quia fere nunquam nisi per æstatem talis grando decidit, ea certos nos reddit; tunc non minùs quam ipsa hyeme, nubes ex glaciei particulis sive ex nive constare consuevisse. In hyeme autem ejusmodi

grando

grando rarissime cadit, vel saltem grana non magna habet, quia tunc tantum caloris, quantum ad illam formandam requireretur, ad nubes usque vix potest pertingere; nisi certè ad nubes, quæ sunt terræ tam vicinæ, ut postquam earum materia liquefacta, aut fere liquefacta est, cœpitque in pluviam aut nivem delabi, ventus frigidus superveniens non satis temporis habeat ad illam denuò constringendam, priusquam plane delapsa sit. Si autem nix nondum sit liquefacta, sed tantum aliquantulum emollita, dum ventus illam in grandinem mutans advenit, minimè fit pellucida, sed alba instar sacchari manet.

VI. *Cur ejus grana interdum sint rotunda, & in superficie quàm versus centrum duriora. Cur aliquando sint oblonga & pyramidis habeant figuram.*

Et, si flocci hujus nivis exigui sint, nempe pisi instar, aut minores, singuli illorum in granum grandinis satis rotundum mutantur. At si fuerint majores, dissiliunt; atque in plurima grana, in acutum ut pyramides desinentia, convertuntur. Calor enim eodem momento quo ventus frigidus incurrit, in poros horum floccorum se recipiens condensat omnes illorum partes, easque retrahit à circumferentia versus centrum; quo ipso satis rotundi fiunt: & frigus paullo pòst penetrans & constringens, illos nive multos duriores reddit. Sed quoniam cum paullo majores sunt, calor inclusus partes illorum interiores adhuc centrum versus agere & condensare pergit; dum exteriora jam indurata & frigore vincta, sequi non possunt; necessariò intrinsecus findi debent secundùm plana vel lineas rectas, quæ ad centrum tendunt; & his fissuris magis magisque augescentibus, ut frigus altiùs penetrat, tandem dissilire ac dividi in plures particulas acuminatas, quæ totidem grandinis grana sunt. Non quidem hic determinamus, in quot hujusmodi grana singuli flocci dividi possint; ut plurimum tamen videtur in octo ad minimum id fieri debere; forsan etiam interdum accidere posse, ut in duodecim, viginti, vel quatuor & viginti; sed facilius adhuc in duo & triginta, & nonnunquam etiam in numerum multo majorem, prout vel majores sunt, vel ex nive subtiliori constant, vel frigus, illas in grandinem convertens, vehementius aut velocius irruit. Et non semel hujusmodi grandinem observavi, cujus grana eandem fere figuram habebant, quam segmenta globi, in octo partes æquales tribus sectionibus, ad angulos rectos se mutuo secantibus, divisi. Deinde alia quoque observavi, quæ, longiora & minora, quarta circiter pars illorum videbantur; licet, ob angulos inter condensandum rotundatos & obtusos, figuram propemodum coni sacchararei haberent. Item ante,

vel

vel post, vel etiam cum his grandinis granis, vulgo alia rotunda decidebant.

VII. *Quomodo nivis particulæ in stellulas sex radiis distinctas efformentur*

Hæ autem diversæ grandinis figuræ nihil singulare, aut notatu dignum habent, si comparentur cum illa nive quæ generatur ex parvis globulis seu glomis glaciei, vi ventorum in formam foliorum, eo modo quo dixi, dispositis. Nam calore exigua capillamenta horum foliorum liquefacere incipiente, primum, quæ infra & supra, decutit, ut maxime suæ actioni obvia: pauxillumque illud liquoris, in quod solvuntur, per foliorum superficies diffusum, exiguas inæqualitates, ibi occurrentes, omnes replet; atque ita æque planas & politas illas reddit, ac eæ corporum liquidorum sunt, quamvis ibi statim iterum concrescat. Cum enim tunc calor non vehementior sit, quàm requiritur ut exigua illa capillamenta aëre undique cincta, reliquis integris, in aquam solvat; non satis virium habere potest ad impediendum ne illud pauxillum aquæ, glacialibus his superficiebus illapsum, earum frigore iterum astringatur. Postea hic calor pervadens etiam alia capillamenta, quæ singuli glomi in ambitu, ubi similibus aliis sex cinguntur, habent, ea ex iis capillamentis, quæ maxime à sex vicinis globulis sunt remota, indifferenter huc illuc flectit; & hoc ipso iis quæ è regione sex horum globulorum consistunt adjungit. Hæc enim, eorundem sex globulorum vicinia refrigerata, non liquescunt; sed contra denuo materiam aliorum sibi junctorum protenus glaciant. Atque ita sex cuspides aut radii circa singulos glomos formantur, qui diversas figuras recipere possunt, prout hi glomi magis aut minus crassi & compressi sunt, capillamenta item densa & longa, calor quo coguntur lentus ac moderatus; prout denique ventus qui hunc calorem comitatur (modo aliquis comitetur) magis aut minus vehemens est. Et ita frons nubis exterior, qualem videmus ad Z vel M, talis postea evadit, qualem videmus ad O vel Q; & singulæ glaciei particulæ ex quibus constat, figuram exiguæ rosæ aut stellæ affabre factam repræsentant. NB Vid. fig. Pag. seq.

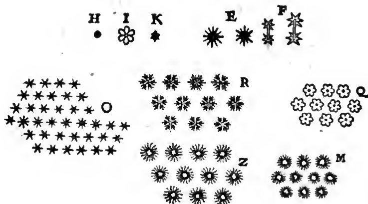
VIII. *Unde etiam fiat ut quædam grandinis pellucida grana tres exiguos quasi radios, ex albissima*

Ne autem me hæc fingere vel ex levi tantum conjectura scribere putetis, referam ea quæ proxima hyeme anni 1635, Amstelodami, ubi tunc eram, circa hanc rem observavi. Quarto Februarii, quum dies admodum frigida præcessisset, vesperi paululum pluviæ decidit, quæ in glaciem vertebatur simul ac terram contingebat: postea sequuta est grando exigua, cujus grana, quæ ejus magnitudinis erant quam repræsentatam videmus ad H, ejusdem pluviæ guttas in aëre

 gela-

nive compoſitos, circa ſe habeant.

gelatas arbitrabar. Tamen loco illius figuræ accurate rotundæ, quam ſine dubio hæ guttæ ante habuerant, notabiliter ab una quam ab alterâ parte planiores erant; ita ut figuram fere ſimilem haberent parti oculi noſtri, quam vulgo cryſtallinum humorem dicimus. Vnde ventum, qui tum temporis validiſſimus & frigidiſſimus erat, tantum virium habuiſſe didici, ut figuram illam guttarum inter glaciandum potuerit immutare. Sed omnium maxime admirabar, quædam ex his granis, quæ poſtrema deciderunt, parvos ſex den-



tes circa ſe habere, ſimiles iis qui in horologiorum rotis, ut videmus ad I. Et hi dentes, qui candidiſſimi erant ſacchari inſtar, quum contra grana ex pellucida glacie fere nigra viderentur, ſatis teſtabantur, ſe factos ex nive ſubtiliſſima, guttis jam formatis aſperſa, quemadmodum plantis pruina adhæret. Atque hac de re certior ſum factus ex eo, quod ſub finem nonnulla notavi, quæ circa ſe habebant innumera exigua capillamenta, compoſita ex nive pallidiori & ſubtiliori, quam illa erat, qua dentes jam memorati conſtabant. Adeo ut illi comparari poſſet eodem modo quo cineres intacti, quibus prunæ flamma deſtitutæ ſenſim obducuntur, iis qui jam recocti ſunt atque in foco cumulati. Ægre tantummodo poteram conjicere, quidnam in aëre libero, turbantibus ventis, adeo accurate hos ſex dentes formare, & circa ſingula grana diſponere potuiſſet: donec tandem in mentem venit, facillime fieri potuiſſe,

ut

ut ventus nonnulla ex his granis versus aliquam nubem expulerit, eaque infra illam vel ultra suspensa aliquamdiu detinuerit; satis enim ad hoc exigua erant; atque ibi procul dubio ita disponi debuisse, ut singula sex aliis in eodem plano sitis cingerentur, quia talis est ordo naturæ; & præterea verisimile esse; calorem (quem paulo ante in aëre sublimi fuisse, argumento erat pluvia quam observaram) aliquos ibi vapores excitasse, quos idem ventus compulerat ad hac grana; ubi, in formam tenuissimorum capillamentorum concreti, forsan etiam aliquid ad eorum librationem contulerant; adeo ut facillime ibi hærere potuerint, usque dum alius calor superveniret. Et hoc calore statim exigua capillamenta unumquodque granum cingentia liquefaciente, exceptis tantum iis quæ versus centra sex vicinorum granorum respiciebant, quia nempe horum granorum frigus ejus actioni repugnabat, materiam eorum quæ liquescebant, sex acervis aliorum quæ remanserant, se miscuisse, iisque hac ratione densioribus redditis & calori minus perviis, eam ibi rursus conglaciasse, atque ita hos dentes fuisse formatos. E contra vero, innumera illa capillamenta, quæ notaveram circa aliquot ex iis granis, quæ postremo loco deciderant, isto calore nullo modo contacta fuisse.

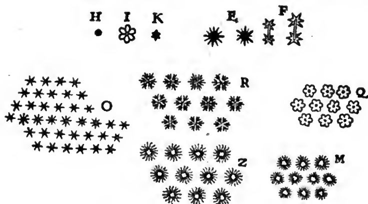
IX. *Quare etiam interdum decidant lamellæ glaciei pellucidæ, quarum circumferentia est hexagona.*

Postridie hora circiter octava, aliud præterea genus grandinis, seu potius nivis, observavi, de quo nunquam antea audiveram. Parvæ laminæ glaciei erant, planæ, politæ & pellucidæ, ejus crassitiei cujus esse solet charta cum paulo densior est, ejusque magnitudinis, quam videmus ad K; sed tam accurate sexangulatas, lateribus tam rectis, & angulis tam æqualibus, ut nihil simile humana industria efficere possit. Statim agnovi, has laminas primo exiguos glaciei globulos fuisse, eo modo dispositos quo ante dixi; & pressos validissimo vento, satis caloris secum rapiente: adeo ut hic calor omnia illorum capillamenta liquefecerit, & humore inde orto omnes eorundem poros ita impleverit, ut eo mox ibi rursus congelato, ex albis quales antea fuerant, omnino pellucidi facti sint. Atque hunc ventum ipsos eodem tempore ita compressisse, ut nullum interjectum spatium remaneret; hoc est ut nulla in uniuscujusque circuitu esset pars, quæ non aliquem ex sex vicinis attingeret; simulque hunc eundem ventum superficies foliorum, quæ ex his globulis componebantur, super & subter labendo complanasse. Ex quibus omnibus accurata ista-

istarum laminarum figura non potuit non exsurgere. Supererat tantum nonnulla difficultas, in eo quod hi globuli sic fere liquefacti & eodem tempore collisi, non cohæsissent; licet enim curiose scrutarer, nunquam tamen duos junctos potui invenire. Mox autem hac etiam in parte mihi satisfeci; advertendo, qua ratione ventus, per aquam labens, assiduo illam agitet, omnesque ejus superficiei partes unam post alteram inflectat, nec illas tamen propterea scabras aut asperas efficiat. Inde enim cognovi, ventum, qui procul dubio superficies etiam nubium inflectit, ibique continuo singulas glaciei particulas paulo aliter quam vicinas impellit, non permittere illas omnino conglutinari; licet interim illarum ordinem non turbet, & nihilominus exiguas singularum superficies accurate poliat & complanet: non aliter quam videmus etiam illum singulas partes undarum, quas in pulvere vel arena interdum format, satis politas efficere.

X.
Et aliæ, quæ tanquam rosæ, vel dentatæ horologiorum rotæ, circumferentiam sex crenis, in modum semicirculi rotundatis, incisam habent.

Hanc nubem sequuta est alia, nihil aliud quam rotulas aut rosas



exiguas effundens, omnes sex radiis, instar dimidii circuli rotundatis, insignes, plane quales videmus ad Q; pellucidas etiam omnes & planas, ejusdem fere crassitiei, cujus laminæ illæ superiores, ac supra quam dici potest accurate dimensas; in medio etiam quarundam punctum album perexiguum animadverti, quasi pede circini quo rotundatæ fuerant, illic impressum. Sed facile intellexi, ab iisdem

dem causis illas fuisse formatas, à quibus laminæ glaciei quæ præcesserant; hoc tantum excepto, quòd vento non tam vehementer pressæ, nec forsan etiam calore tam intenso circumdatæ fuerint; ideoque earum cuspides non omnino liquefactæ sint, sed tantum paulo breviores evaserint, & in extremitate rotundæ, instar dentium qui fiunt in horologiorum rotis.

XI. *Cur quædam ex ipsis punctum quoddam album in centro habeant: & binæ interdum scapo exiguo conjunctæ sint, unaque alia majorem esse contingat.*

Punctum autem quod in medio quarundam album apparebat, ex eo esse mihi facile persuasi; quòd calor iis formandis inserviens tam moderatus fuisset, ut quamvis cæteras earum partes ex albis omnino pellucidas effecisset, non tamen usque ad centra penetrasset, quæ ideo alba remanserant. Plures aliæ ejusmodi rotulæ postea deciderunt, binæ uno axe conjunctæ: vel potiùs, quoniam isti axes erant initio satis crassi, tot exiguas columnas crystallinas dixisses, quarum singulæ singulis rosis, sex folia habentibus, & nonnnihil eminentibus ultra basin suam, erant exornatæ. Sed paulo post minus crassas alias ejusmodi columnas animadverti, rosis itidem, aut stellulis, interdum æqualibus, interdumque inæqualibus, in utraque extremitate exornatas.

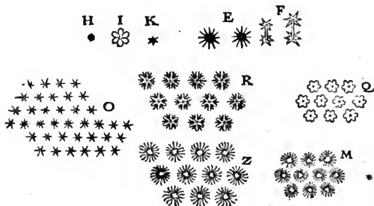
XII. *Cur nonnullæ duodecim radiis distinctæ sint: & aliæ sed perpaucæ octo radios habeant.*

Breviores etiam deinde notavi axes, sive columnas; & gradatim adhuc breviores, donec tandem stellulæ omnino jungerentur, caderentque duplices, duodecim insignes radiis, satis longis & accuratè dimensis, in aliis æqualibus, & in aliis alternatim inæqualibus, ut viddraemus ad F & E. Quæ omnia dederunt mihi occasionem existimandi, particulas glaciei diversorum foliorum, sibi invicem in nubibus impositorum, faciliùs cohærere, quam illas plani aut folii ejusdem. Licet enim ventus ut plurimum fortius in folia inferiora, quàm in superiora agens, paulo celerius, ut jam audivimus, illa moveat: æqualiter tamen etiam aliquando utrumque folium impellere potest, ut ita eodem modo fluctuent: præsertim cum non ultra duo vel tria ita sunt una aliis imposita, & tum per oras glomorum ex quibus componuntur cribratus, efficit ut ii ex his glomis, qui in duobus aut pluribus foliis è regione opponuntur, eundem semper inter se situm servent, & velut immoti, se mutuo respiciant: licet interim nihilominus folia undatim agitentur, quoniam eo ipso viam quam maxime expeditam sibi facit. Atque interea calor (vicinia glomorum, qui in duobus foliis sunt, non minus impeditus, ne eorum capillamenta directe interposita liquefaciat, quam vicinia eorum qui sunt in eodem) liquefacit tantùm alia circumcirca: quæ deinde integris juncta, atque cum iis con-

conglaciata, axes aut columnas illas cumponunt, quæ hos glomos interea dum in rosas aut stellulas mutantur, conjungunt. Crassitiem autem quam initio in his columnis animadverteram, minimè mirabar; quamvis materiam adhærentium capillamentorum illi producendæ non sufficere satis nossem. Fieri enim potuisse cogitabam, ut, quatuor aut quinque foliis superingestis, calor fortius agens in duo aut tria intermedia, (utpote ventis minus exposita) quam in superius vel inferius, glomos quibus illa constarent, fere totos liquefecerit, atque ita ex eorum materia composuerit has columnas. Neque magis stellas diversæ magnitudinis eodem axe interdum junctas admirabar; quum enim notassem, radios majoris semper longiores & acutiores radiis minoris esse; calorem magis intensum circa hanc minorem, quam circa alteram, magis solvisse & retudisse cuspides radiorum ejus, judicabam, atque etiam eandem minorem ex glomo glaciei minore potuisse componi. Postremò neque has stellas duplices duodecim radiorum, quæ postea decidebant, admirabar; singulas enim earum ex duabus simplicibus sex radiorum compositas judicabam, per calorem, qui fortior intra duo folia, quorum partes erant, quam extra eadem, exigua capillamenta glaciei, quibus nectebantur, liquefecerat, atque ita illas conglutinaverat, ut etiam breviores reddidisset columnas, quæ jungebant alias stellas paulo ante mihi visas. In multis autem stellularum millibus, quæ illa die observavi, ne unam quidem, quamvis curiose inquirerem, potui invenire, quæ plures aut pauciores sex radiis haberet; exceptis paucissimis, quæ duodecim, & quatuor aut quinque aliis quæ tantummodo octo habebant. Atque hæ non accurate rotundæ erant, quemadmodum reliquæ, sed oblongæ; atque omnino tales, quales videmus ad O; unde judicabam, illas in conjunctione extremitatatum duorum foliorum vento collisorum formatas, eodem momento quo calor exiguas illorum pilulas in stellas converterat: Nam accurate figuram habebant, quæ inde naturaliter exsurgit. Atque hæc connexio cum secundum lineam rectam fiat, non tatum impediri potest fluctuatione, quam venti concitant, quantum illa glomorum qui idem folium componunt. Et prætere ipse etiam calor, in oris foliorum dum accedunt ad invicem, major reperitur quam alibi, adeo ut facile duos radios cujusque ex stellulis quæ ibi occurrunt, liquefaciat; Et frigus quod huic calori succedit, statim ac duo folia se mutuo contingunt, stellulas istas quatuor tantum radios reliquos habentes unam alteri conglutinat.

Cæterum

Cæterum præter illas ſtellas pellucidas, de quibus hactenus loquuti ſumus, innumeræ aliæ eadem die omnino albæ inſtar ſacchari deciderunt, quarum quædam eandem fere figuram, quam pellucidæ habebant, plurimæ autem radios magis tenues & acutos; ſæpe etiam diviſos, interdum in tres ramos, qui, utroque extremo foriniecus inflexo, & medio manente recto, lilium repræſentabant, ut videntur ad R; interdum etiam in plures, plumas, aut folia filicis, aut ſimile quid, imitantes. XIII. *Cur quædam ſint pellucidæ, aliæ albæ inſtar nivis; & quarundam radii ſint breviores & in ſemicirculi formam retuſi, alii longiores & acutiores, ac ſæpe in varios diviſi, qui nunc plumulas aut filicis folia, nunc lilii flores repræſentant.*

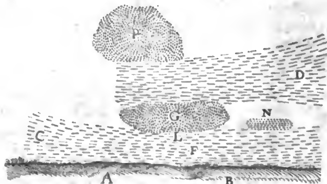


Atque etiam ſimul cum his ſtellis multæ aliæ glaciei particulæ in formam capillamentorum, vel etiam plane informes decidebant, quorum omnium ratio ex dictis manifeſta eſt. Albedo enim ſtellularum inde erat, quod calor non penetraſſet ad ipſorum materiæ fundum: ut facile agnoſcebatur ex eo, quod omnes quæ valde tenues erant & exiles, ſimul etiam eſſent tranſparentes. Si verò interdum radii ſtellarum, quæ albæ erant, non minus breves atque obtuſi eſſent, quàm earum quæ pellucidæ, non ideo calor eos tantundem liquefecerat, ſed venti vehementius compreſſerant: Et communiter longiores atque acutiores erant, quia defectu caloris minus ſoluti. Quando autem hi radii in plures ramos dividebantur, hoc fiebat ex eo, quod calor exigua capillamenta, quibus componebantur, deſtitueret, cum jam erant in motu ut ad invicem accederent & priuſquam in unum corpus coaluiſſent. Cumque in tres tantum ramos diviſi erant, hoc erat ex eo quod calor paulo tardius exceſſiſſet; Et duo exteriores rami extror-

extrorſum replicabantur, quia vicina medii rami frigidioris magis rigida, quâ parte illi obvertebantur, reddebat; atque ita ſinguli ex iſtis radiis lilii figuram aſſumebant. Reliquæ autem particulæ glaciei, quæ non erant ſic formatæ in ſtellas, certum me reddebant, non omnes nubes ex parvis glomis aut pilulis componi, ſed multas etiam ſolis capillamentis confuſè junctis conſtare.

XIV. *Quomodo iſtæ nives quaſi ſtellulæ ex nubibus delabantur. Cur cadentes aëre tranquillo, majorem nivis copiam prænuncient, non autem vento flante.*

Cauſam autem cur hæ ſtellulæ deciderent, vehementia venti continua totum illum diem perſeverans manifeſtam mihi reddebat: nam judicabam, hunc ventum non poſſe non lacerare interdum & diſturbare folia quæ componebant; ſtatimque illas, ab invicem disjunctas, latera in terram inclinare, atque hoc ſitu facile aërem dividentes delabi, quoniam cætera planæ erant, & ſatis ponderoſæ ad deſcendendum. Si verò interdum aëre tranquillo hujuſmodi ſtellæ decidant, id accidit vel ob aërem inferiorem, qui condenſatus totam nubem ad ſe trahit, vel ob ſuperiorem, qui dilatatus illam deorſum agit, atque eadem opera illas divellit, & propterea major tum nivium copia ſequi ſolet: hoc autem illâ die non contigit. Die verò ſequenti flocci nivium delapſi ſunt, qui ex innumeris exiguis ſtellis ſimul junctis compoſiti videbantur: verumtamen penitiùs introſpiciens, animadverti, interiores non tam perfectè formatas eſſe quàm exteriores, & facilè ex diſſoluta hujuſmodi nube, qualem ſupra littera G notavimus, ori-



ri potuiſſe. Poſtea ceſſante hac nive, ventus inſtar tempeſtatis ſubitò

tò coortus, paululum albæ grandinis effudit, oblongæ & pertenuis, cujus singula grana sacchari conum exprimebant: & quoniam statim aëris serenitas insecuta est hanc grandinem, in altissima nubium parte generatam judicabam, cujus nives maximè subtiles & capillamentis tenuissimis compositæ erant, quales paulò antè descriptæ sunt. Denique tertiâ inde die nivium parvos globulos aut glaciei pilulas delabentes videns, magno numero capillamentorum, sine ordine positorum, cinctas, nec quidquam stellis simile habentes, quæcunque prius de causis harum nivium fueram suspicatus, mihi certa & explorata visa sunt.

Nunc autem, ex iis quæ diximus, facile intelligitur qua ratione nubes solis aquæ guttis constantes depluant: nempe vel pondere proprio, cum guttæ satis crassæ sunt; vel cùm aër inferior recessu, vel superior incursu, illas ad descensum invitat; vel etiam quando plures ex his causis simul concurrunt. Atque inferiori aëre se contrahente, pluvia maximè minuta, & veluti rorans generatur; imò aliquando adeò minuta est, ut sæpissime delabentem non pluviam sed nebulam potiùs dicamus; magna contrà, seu grandibus guttis, colligitur, quoties nubes solo aëre superiori pressa descendit; sublimes enim illius guttarum primò delapsæ alias in via inveniunt quibus crassescunt. XV. *Quomodo pluvia ex nubibus cadat; & quid ejus guttas tenuiores aut crassiores efficiat.*

Imò etiam æstate aliquoties vidi, aëre tranquillo atque æstu vehementi & velut suffocante, hujusmodi pluviam decidisse, antequam ulla nubes appareret. Cujus hæc erat ratio, quod existente magna vaporum copia in aëre, qui procul dubio ventis aliunde spirantibus premebantur, ut tranquillitas aëris & densitas ejusdem testabantur, guttæ in quas hi vapores coibant cadendo augescentes, ut formabantur, depluerent. XVI. *Cur interdum pluere incipiat antequam nubes in cælo appareant.*

Nebulæ autem, cùm terra refrigeratur, & aër qui est in ejus poris condensatur, occasionem habent descendendi; tuncque in rorem abeunt, si ex aquæ guttis componantur; & in pruinam, si ex vaporibus jam gelatis, seu potius qui gelantur, ut terram contingunt. Atque hoc præsertim noctu aut sub diluculum accidit, quia tunc quàm maxime terra à Sole aversa refrigeratur. Sed ventus etiam sæpissime nebulas solvit; materiamque illarum alio transferre solet, atque inde rorem aut pruinam componere in locis ubi ipsæ non exstiterunt; & tunc videmus hanc pruinam plantis non adhærere, nisi ea parte quam ventus tetigit. XVII. *Quomodo nebulæ in rorem vel pruinam vertantur*

XVIII. *Quæ sit auraïlla vespertina, quæ cælo sereno timeri solet.* Quod ad afflatum illum dies serenos consequentem attinet, qui nunquam nisi vesperi decidit, & solis catharris & capitis doloribus agnoscitur, quos in quibusdam regionibus excitat; is constat certis exhalationibus subtilibus & penetrantibus; quæ cum minus volatiles sint quàm vapores, non levantur nisi è regionibus satis calidis, sereno & sudo aëre, & simul ac calore Solis destituuntur iterum decidunt. Vnde fit ut pro regionum diversitate, diversis qualitatibus sit præditus, & multis in locis sit incognitus. Non quidem nego, rorem qui sub vesperam decidere incipit, sæpe isti afflatui comitem esse; sed nego mala de quibus accusatur rori esse adscribenda.

XIX. *Vnde Manna oriatur.* Non etiam Manna, nec alii hujusmodi succi, qui noctu ex aëre decidunt, rore vel vaporibus constant, sed exhalationibus solis. Atque hi succi, non modo in diversis regionibus sunt diversi, sed etiam in quibusdam non nisi certis corporibus adhærent; quod procul dubio ex eo fit, quod particulæ quibus constant sint talis figuræ, ut cum iis aliorum corporum necti non possint.

XX *Cur si ros mane non decidat, pluviæ sequantur.* Cum ros noctu non decidit, & nebula mane sursum recedens terram omnino siccam relinquit, pluviam brevi sequuturam esse credere licet. Nam hoc vix accidere potest, nisi quum terra noctu non satis refrigerata, vel manè supra modum calefacta, multos vapores exspirat; qui nebulam in altum pellentes, efficiunt ut ejus guttæ sibi invicem occurrentes jungantur, atque ita tam crassæ evadant, ut paulo post in pluviam decidere cogantur.

XXI. *Cur si Sol mane luceat, cùm nubes in aëre conspiciuntur, pluviam etiam prænunciet.* Præsagit etiam venturam pluviam aër nubibus obductus, cum Sol nihilominus in ortu lucide splendet. hinc enim liquet, nullas alias nubes in vicinia nostri aëris versus Orientem esse, quæ obstent ne Solis calor eas quæ supra nos hærent, condenset, vel novos vapores quibus augeantur à terrâ nostrâ attollat. Hæc autem causa cum matutino tantum tempore locum habeat, si ante Meridiem non pluat, quid in vesperam accidet, nininiè poterit docere.

XXII. *Cur omnia pluviæ signa incerta sint.* Plura hîc addere de multis aliis pluviæ signis non libet, quum maximam partem incerta sint. Et si consideremus, eundem calorem, qui requiritur ad condensandas nubes, & pluviam inde defundendam, illas etiam dilatare & in vapores mutare posse, qui vel paulatim in aërem evanescant, vel ventos ibi generent; (prout nempe nubium partes magis comprimuntur aut disperguntur; aut calor paulo majorem vel minorem humiditatem adjunctam habet; aut aër circumfusus magis aut minus dilatatur, vel condensatur;) facillime judi-

judicabimus, omnia illa magis incerta & dubia esse, quàm ut hominum ingenio prænosci queant; saltem in his regionibus, ubi magna terrarum & marium inæqualitas ventos admodum inconstantes producit: in locis enim ubi certis anni temporibus iidem semper venti recurrunt, haud dubie pluviæ impendentes faciliùs prænoscuntur.

CAPUT VII.

De tempestatibus, fulmine, & ignibus aliis in aere accensis.



CÆterum nubes non tantum ventos generant, cùm in vapores dissolvuntur; sed etiam interdum totæ simul tam subito motu ex alto descendunt, ut, omnem subjectum aërem magna vi propellentes, ventum ex eo componant, qui validissimus quidem, sed non diuturnus esse potest: ejusque similem facilè experiemur, si velo in sublimi aëre ita expanso, ut omnes ejus partes à terra æquidistent, illud totum simul decidere permittamus. Fortes pluviæ plerumque hujusmodi ventum antecursorem habent, qui manifeste ex alto deorsum agit, & cujus frigus abundè monstrat illum ex nubibus venire, ubi aër communiter frigidior est quàm circa nos.

I. *Quomodo nubes suo descensu ventos aliquando validissimos efficiant: & cur sæpe maximas & repentinas pluvias præcedat talis ventus.*

Atque hic ventus efficit ut hirundines solito humiliùs volantes, pluviæ secuturæ præbeant argumentum: certas enim muscas, pabulum illarum, deprimit, quæ, abblandiente aëris serenitate, in altum evolare solent. Idem etiam est, qui nonnuuquam, cum nubes adeò parva est, vel tam parum descendit, ut ipse valde debilis vix in aëre libero sentiatur, caminis illapsus, cineres & festucas in angulo foci contorquet, ibique parvos quasi turbines excitat, satis mirabiles iis qui eorum causam ignorant, & quos plerunque nonnulla pluvia consequitur.

II. *Cur hirundines solito demissius volantes, pluviam prænuntient: & cur aliquando cineres aut festucæ, juxta focum in modum turbinis gyrent.*

Nube autem descendente, ponderosâ admodum & latè diffusâ, (qualis faciliùs in vasto mari, quàm alibi colligitur, quum vaporibus æqualiter ibi dispersis, simul ac minima nubes in parte aliqua cogi cœpit, statim etiam se per omnia vicina loca extendit,) necessariò tempestas surgit, tanto gravior quanto nubes major & ponderosior, atque hoc pertinacior quo ex altiori loco descendit. Atque ita vehementes illos turbines generari arbitror, quos *Travades* dicunt,

III. *Quomodo fiant istæ majores procellæ, quas voce barbarâ* Travades *vocant.*

cunt, nautis nostris in longinquis navigationibus maximè formidabiles; præsertim paulo ultra Promontorium Bonæ Spei, ubi vapores, magnâ copiâ ex mari Æthiopico surgentes, quoniam est latissimum & Solis radiis maximè incalescit, facillimè ventum Occidentalem efficere possunt, qui cursum naturalem (ab Oriente scilicet in Occasum) aliorum, quos mare Indicum emittit, sistens, illos in nubem cogit; quæ nubes quoniam oritur ex inæqualitate, quæ est inter hæc duo maria vastissima, & hanc terram quæ etiam est valde lata, multo major evadere debet, quàm illæ quæ in nostris regionibus generantur, ubi tantum pendent à minoribus istis inæqualitatibus, quæ sunt inter nostras planities, lacus, & montes. Et quia fere nunquam aliæ nubes in iis locis cernuntur, statim ac nautæ aliquam coire animadvertunt; licet interdum initio tam parva esse videatur, ut illam Batavi cum bovis oculo compararint, atque inde appellarint; & licet omnis reliquus aër valde serenus, & defæcatus appareat; nihilominus vela contrahunt & contra magnam tempestatem se muniunt, quæ statim etiam insequitur. Eo quoque majorem illam esse solere existimo, quo minor initio hæc nubes apparuit. cùm enim fieri nequeat satis crassa, ut aërem obscurando sit conspicua, nisi simul etiam fiat satis lata, ita exigua videri non potest, nisi ex eo quod sit valde remota; & notum est, quo ex altiori loco descendit corpus grave, hoc impetum ejus esse validiorem. Ita hæc nubes sublimis, & subito magna & ponderosa facta, tota delabitur, magna vehementia omnem aërem subjectum agens, & tempestatem hoc ipso ciens. Notandum etiam, vapores huic aëri immixtos illa agitatione dilatari; multos quoque alios Oceanum emittere ob fluctus suos ita concussos, qui vim venti augentes, & tardantes descensum nubis, diutius tempestatem sævire cogunt.

IV. *Quomodo ignes Castor & Pollux vocati generentur. Quare gemini isti ignes fecicis augurii olim habiti sint, unus vel tres infelicis. Et cur hoc*

Præterea exhalationes his vaporibus immisceri solent, quæ cum tam longe ac illi à nube descendente propelli non possint, ob partes minus solidas, & figurarum magis irregularium, aëris agitatione ab iis separantur: Eodem modo, quo, ut supra diximus, rusticæ, cremorem lactis tundentes, butyrum à sero secernunt. Atque ita hæ exhalationes, hinc & inde in diversos acerves congregatæ, & quàm altissime possunt, juxta nubem fluctuantes, tandem malis aut funibus navium adhærent; cum nubes ad finem sui motus accedens, illas eo usque depressit. Et ibi violenta aëris agitatione accensæ ignes illos componunt, qui S^ti Helmi dicuntur, & nautas spe serenitatis brevi futuræ

futuræ ſolantur. Notandum tamen eſt, has tempeſtates in fine vehementiſſimas eſſe, & interdum plures nubes unas aliis incumbere poſſe, infra quarum ſingulas ejuſmodi ignes reperiantur: quod forte antiquis occaſionem dedit, cum unicum viderent, quem Helenam appellabant, illum mali ominis exiſtimandi, quia nempe tunc graviſſimum tempeſtatis impetum adhuc expectabant; & tum demum illos ſerenitatem prænunciare credendi, cum duos videbant, quos Caſtorem & Pollucem vocabant; quippe raro plures notarunt, niſi forte cum tempeſtas ultra ſolitum vehemens erat; quo tempore interdum tres numerabant, quos ideo etiam mali ominis eſſe arbitrati ſunt. Sed audio, nunc à nautis etiam quatuor aut quinque ſimul ſolere obſervari; forſan quia navigia majora, & plures in iis malos habent, aut quia per loca navigant, ubi exhalationum copia major attollitur. Quid enim in latioribus Oceani partibus accidat, ſola conjectura aſſequi poſſum, quum nunquam in iis navigaverim, nec niſi valde dubias & incertas de ipſis relationes habeam. *tempore interdum quatuor aut quinque ſimul in eadem nave conſpiciantur.*

Quod autem ad illas tempeſtates attinet, quæ tonitru, fulgure, turbinibus, & fulmine comitatæ eſſe ſolent, quarumque nonnulla exempla in terra notare potui; non dubito quin oriantur ex eo quod, cum plures nubes, tabulatorum inſtar, unæ aliis ſuperſtratæ ſunt, interdum contingit, ſuperiores magno impetu in inferiores dilabi: Vt ſi duabus nubibus A & B è nive rara & maxime expanſa compſitis, aër calidior circa ſuperiorem A feratur, quam circa inferiorem B, manifeſte liquet, calorem hujus aëris illam paulatim condenſare & ponderoſiorem reddere poſſe; Adeo ut ex ex ejus partibus quæ altiſſimæ ſunt, primæ deſcendentes, alias quæ ipſis in via occurrunt, deturbent & ſecum rapiant; atque ita omnes ſimul magno fragore & ſonitu in nubem inferiorem ruant. Eodem modo, quo in Alpibus olim circa menſem Maium me vidiſſe memini, vi Solis calefacta nive & ponderoſiori reddita, minimum aëris motum ſubito magnas illius moles devolviſſe, *V. Quæ ſit cauſa tonitrui.*







viſſe, quæ in vallibus reſonantes, ſatis bene tonitrui ſonitum imitabantur.

VI.
Cur rarius audiatur hyeme quam æſtate. Et cur aura calida & gravis, vento Boreali ſuccedens, illud prænuntiet.

Atque hinc liquet quare hyeme rarius hic apud nos tonet, quam æſtate. tum enim non tam facile calor ſufficiens nubibus diſſolvendis ad ſuperiores uſque pertingit. Liquet etiam quare tempore vehementis æſtus, quando vento Septentrionali, qui diu non duraverit, calor humens & veluti ſuffocans denuo ſuccedit, tonitru poſtea ſequi ſolet. Hoc enim teſtatur, ventum illum Septentrionalem, ad terram accedendo, calorem inde in illam regionem aëris egiſſe, in qua nubes ſublimiores formantur; ipſumque etiam ventum poſtea è vicinia terræ fuiſſe expulſum ad illam regionem aëris, in qua ſunt nubes inferiores; nempe à vaporibus tepidis qui è terra calente egredientes, aërem infimum dilatarunt. Vnde fit ut non modo ſuperiores nubes condenſari debeant & delabi, ſed etiam inferiores adeo raras atque extenſas remanere, aëriſque ſubjecti dilatatione ita ſurſum protrudi, ut alias in ſe cadentes excipiant, ibique ſiſtant, & ſæpe etiam, ne quid omnino ex iis ad terram uſque deſcendat, impediant.

VII.
Cur ejus fragor tantus ſit; & unde oriantur omnes ejus differentiæ.

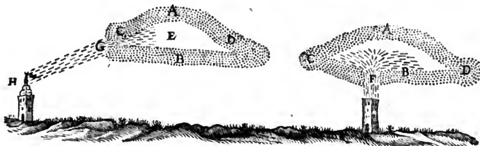
Notandumque eſt, illum ſtrepitum, qui ſupra nos ita excitatur, melius exaudiri debere, ob aëris circumquaque poſiti reſonantiam, majoremque eſſe pro copia nivis decidentis, quam cum ingentes nivium moles è montibus in valles delabuntur. Notandum etiam, ex hoc ſolo quod partes nubium ſuperiorum, vel omnes ſimul decidant, vel una poſt aliam, vel tardius vel celerius, vel quod inferiores majores aut minores, craſſiores aut tenuiores ſunt; & magis aut minus obnituntur, faciliime omnes diverſos tonitruum ſonos effici poſſe.

VIII.
Quænam etiam differentia ſit inter fulgetra, turbinem & fulmen; & unde fulgetra procedant. Curque interdum fulguret cum non tonat, vel contra. Quomodo fiant turbines.

Differentiæ autem quæ ſunt inter fulgura, turbines & fulmina, non pendent niſi à diverſa natura exhalationum, quæ in ſpatio quod duas nubes interjacet reperiuntur, & à modo quo harum nubium ſuperior in inferiorem cadit. Si enim magnus æſtus & ſiccitas præceſſerit, atque ita hoc ſpatium exhalationes copioſas, maxime ſubtiles & ad concipiendam flammam aptas, contineat, ſuperior nubes fere tam exigua eſſe nequit, nec tam lente deſcendere, quin impulſo aëre, inter ſe & inferiorem medio, fulgur aliquod elidat, id eſt flammam levem eodem momento enaſcentem. Atque ita tum hujuſmodi fulgura cernere poſſumus, nullo omnino tonitrus murmure exaudito, interdum etiam nubibus non ita denſis, ut conſpici poſſint: Contra vero ſi nullæ in aëre exhalationes inflammationi idoneæ adſint, boatum

quen-

quendam tonitrus audire possumus, nulla coruscatione apparente. Et cum superior nubes non nisi per partes se mutuo consequentes delabitur, vix quidquam aliud quam fulgura & tonitrua producit. Sed cum tota simul satis velociter decidit, potest etiam turbines & fulmina generare. Ejus enim extremitates, ut C & D, paulo celerius quam



ejusdem medium descendunt: quia cum aër illis subjectus minus itineris conficiendum habeat, ut inde egrediatur, quam ille qui medio subjicitur, facilius iis locum cedit; & his ita nubem inferiorem citius contingentibus, multum aëris versus medium includunt, ut hic videtur in E; statimque postea hic aër magna vi pressus, & expulsus ab eodem nubis superioris medio, quod pergit descendere, viam necessario sibi facit, vel perrumpendo nubem inferiorem, ut videmus ad F, vel aliquam ex ejus extremitatibus divellendo, ut ad G. Atque ita aperta hac nube, magno impetu in terram ruit, unde statim rursus ascendit, se celerrime circumagendo; quoniam alius aër, aut alia corpora ipsi occurrentia impediunt, ne secundum lineam rectam moveri pergat æque velociter ac agitatio ejus requirit; quo fit ut turbinem componat. Et quidem hic turbo sine fulmine & fulgure esse potest, si nullæ sint prorsus in isto aëre exhalationes, ad concipiendam flammam idoneæ.

Sed contra si satis multæ sint, omnes in unum cumulum coëuntes, & magno impetu simul cum ipso in terram ruentes, incenduntur, & fulmen componunt. Potestque hoc fulmen interdum, hominum corpora non lædendo, ipsorum vestimenta comburere, pilosque ad cutem depascere: cum nempe exhalationes quibus constat, quæ-

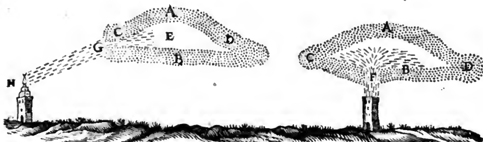
IX. *Quomodo fiat fulmen, quod interdum vestes comburat, corpore illæ-*

se; vel contra gladium liquefaciat, vagina intacta, &c.

quæ que sulphur solent redolere, non aliam quam oleorum naturam participant; adeo ut levem tantum flammam nutriant; quæ non nisi corporibus combustioni magis idoneis adhæret. Vt è contra, interdum ossa carnibus integris confringere, vel vagina illæsa, gladium liquefacere potest, si hæ exhalationes maxime subtiles & penetrantes, solam salis volatilis, aut aquæ fortis naturam habeant: tum enim sine injuria cedentia corpora perlapsum, quidquid resistit comminuit ac distringit. Vt & aqua fortis, durissima metallorum corpora resolvens, vix quicquam agit in ceram.

X.
Quomodo etiam lapis in fulmine generetur: & cur sæpius cadat in montes vel turres quam in loca humiliora.

Postremo fulmen interdum in lapidem durissimum, omnia obvia rumpentem & disjicientem, converti potest, si penetrantibus his exhalationibus, multæ aliæ pingues, & sulphureæ immisceantur; præsertim si crassiores etiam adsint, similes ei terræ, quæ in fundis vasorum, in quibus collecta est aqua pluvia, subsidit. Quemadmodum experientia discimus, si hujus terræ, nitri, & sulphuris certas partes simul misceamus, misturamque istam incendamus, illam momento temporis in lapidem quendam concrescere. Iam vero si nubes à latere dehiscat, ut in G, fulmen obliquo itinere libratum, facilius turrium fastigia, vel montium vertices tangit, quam loca hu-



milia, ut videmus ad H. Nec deest etiam ratio propter quam, cum nubes infra perrumpitur, sæpius loca edita & eminentia quam humiliora fulmine feriantur. Si enim, ex. gr. nubes B, non magis hic quam alibi, aliunde disposita sit ad dehiscendum, certum est, illam apertum iri in F, ob resistentiam subjectæ turris.

XI.
Cur sæpe

Nec magis deest ratio, quare singulas vices, quibus tonitru auditur,

ditur, nonnihil pluviæ ſubito decidentis conſequi ſoleat; & quare cum hæc pluvia ſatis copioſe effunditur, poſtea non multum tonet. Nam ſi illa vis, quâ ſuperior nubes, in inferiorem decidendo, illam concutit, ſatis valida ſit ad eandem omnino dejiciendam, manifeſtum eſt, fulmina ceſſare debere. Et quamvis ſæpe ſit minor, nihilominus tamen ex ea fere ſemper aliquos nivis floccos excutit, qui decidentes aëris inferioris calore in pluviam ſolvuntur.

ſingulos tecum nitrus fragores repentina pluvia conſequatur; & cum multum pluit non amplius tonet.

XII. *Cur ſonitu campanarum, aut bombardarum, vis tempeſtatis minuatur.*

Denique non ſine ratione vulgo creditur, vehementes ſonitus, quales companarum, aut bombardarum, fulminis vim infringere: nam concutiendo nivem, ex quâ nubes inferior conſtat, illam ad deſcenſum invitat & diſcutit. Ut ii ſatis ſciunt qui in vallibus, ubi moles nivium è montibus cadentium timentur, iter facere ſunt aſſueti. Nam ibi ne quidem loqui aut tuſſire audent, ne ſonus vocis nives commoveat.

XIII. *Quomodo generentur illi ignes qui ſtellæ cadentes dicuntur.*

Sed ut ſupra notavimus, aliquando ſine tonitru fulgurare poſſe, ita in regionibus aëris, ubi multæ exhalationes detinentur & pauci vapores, nubes ita leves & parum denſæ formari queunt, ut aliâ in aliam ex loco ſatis edito ruente, nullus fulminis ſonus audiatur, neque tempeſtas in aëre excitetur, licet plurimas exhalationes convolutas jungant; unde non tantùm illæ minores flammæ oriuntur, quæ ſtellæ cœlo cadentes vel trajicientes dici ſolent, ſed interdum etiam globi ignei ſatis craſſi, qui ad terram uſque delabentes, pro quadam ſpecie fulminis alio minus vehementis ſumi poſſunt.

XIV. *Quomodo interdum pluat lacte, ſanguine, ferro, lapidibus, &c.*

Et præterea quoniam valde varia eſt & multiplex exhalationum natura, mihi facile perſuadeo, fieri poſſe interdum, ut à nubibus compreſſæ materiam quamdam componant, quæ calore & ſpecie externa lac, carnem, aut ſanguinem, aliquo modo referat; vel quæ ſubito accenſa & combuſta fiat talis, ut pro ferro aut lapidibus ſumi poſſit, vel quæ denique corrupta & putreſcens, in exigua quædam animalia brevi tempore convertatur. Ut inter prodigia ſæpe legimus, ferro, ſanguine, locuſtis aut ſimilibus pluiſſe.

XV. *Quomodo fiant ſtellæ trajicientes; & ignes fatui; atque ignes lambentes.*

Præterea quoque aëre nullis nubibus obducto, exhalationes ſolo ventorum flatu cogi, atque incendi poſſunt, præſertim ſi duo aut plures venti contrarii ſimul concurrant. Et denique etiamſi nulli venti nec nubes adſint, ſi tantùm exhalatio ſubtilis & penetrans, quæ nempe ſalis naturam participet, alterius pinguis & ſulphureæ poros ingrediatur, hoc ipſum ſufficere poteſt ad tenues quaſdam flammas tam in ſublimi, quam in infimo aëre excitandas.

das. Nempe quales sunt in sublimi stellæ trajicientes; & hic apud nos, tum ignes illi per aërem volitantes, qui fatui dicuntur, tùm alii lambentes dicti, qui puerorum capillis, equorum jubis, hastarum ferro pinguedine aliqua inuncto, vel aliis ejusmodi corporibus, adhærent. Certum quippe est, non tantum violentam agitationem, sed sæpissime etiam solam diversorum corporum misturam, igni producendo sufficere. Ut videmus in calce aqua conspersa, aut in fœno, si priusquam siccum sit recondatur, & in multis aliis exemplis, quotidie Chymicis occurrentibus.

XVI. *Cur minima sit vis istorum ignium: contra autem fulminis maxima.*

Sed omnes isti ignes si cum fulmine comparentur, valde parum roboris habent: non enim nisi ex mollissimis & maxime glutinosis oleorum partibus componuntur. Et quamvis maxime penetrantes & vividæ salium partes ad eorum productionem quoque concurrant, tamen hæ aliis permixtæ non manent, sed celerrime in liberum aërem dissiliunt, simul ac illas inflammarunt. At è contra, fulmen præcipue ex his maxime penetrantibus & vividis constat, quæ violenter pressæ, & nubibus illisæ, reliquas secum in terram abripiunt. Atque ii qui norunt, quanta vi & celeritate polleat ille ignis, qui fit ex nitro & sulphure permixtis; quamque è contra debilis sit illa flamma, quam pars oleaginea sulphuris à sale aut spiritibus separata potest producere; facile illa quæ hic dicta sunt sibi persuaderi permittent.

XVII. *Ignes, qui juxta terram generantur, aliquandiu durare posse; qui autem in summo aere, celerrime debere extingui. Nec ideo Cometas, nec Trabes, per aliquot dies in cælo lucentes, ejusmodi ignes esse.*

Ignes autem fatui & lambentes diutius durant, aut citius evanescunt, prout flamma eorum magis aut minus tenax est, & materia eorum magis aut minus densa & compacta. Sed illi qui altius in aëre, stellarum instar, apparent, non nisi per brevissimam moram durare possunt. Nisi enim materia valde rara & tenui constarent, proprio pondere in terram deducerentur. Et ideo Philosophi optime illos compararunt ei flammæ, quæ secundum fumum lucernæ recens extinctæ decurrit, cum hæc lucerna ad flammam alterius ab ea nonnihil remotæ rursus accenditur. Sed magnopere miror, eosdem postea credidisse, cometas, itemque columnas, aut trabes igneas, quæ aliquando in cœlo apparent, nihil aliud esse, quam exhalationes accensas: nam talium phænomenωn duratio, quæ satis longa esse solet, cum brevissima illa mora, quæ consumendis exhalationibus in aëre pendentibus sufficit, conterri plane non potest.

XVIII. *Quomodo*

Et quoniam generationem & naturam illorum in alio tractatu curiose

riose explicare annisus sum; neque illa magis ad Meteora pertinere arbitror, quam terræ motus & mineralia, quæ plurimi scriptores eo congerunt; iis omissis, non amplius hic loquar nisi de luminibus quibusdam, quæ, noctu sereno aëre & tranquillo apparentia, populis otiosis occasionem dant, acies spectrorum in aëre dépræliantium fingendi, & victoriam aut cladem partis, cui favent, ex eo præsagiendi, prout timor aut spes in animis eorum præpollet. Et quidem quia nulla unquam ejusmodi spectacula ipsemet vidi, neque me fugit quantum superstitio & ignorantia relationes quæ de iis fiunt corrumpere soleat & augere; hic satis habebo, leviter attingere causas omnes, ex quibus aliquid tale produci posse mihi videtur. Prima est, cum variæ nubes in cælo existunt, tam exiguæ ut totidem milites videri possint, & unæ in alias decidentes satis multas exhalationes involvunt, ad parva quædam fulgura excitanda, interdumque ignis globulos ejaculandos, & nonnullos sonitus emittendos; quo ipso hi milites confligere videntur. Secunda est, cum, hujusmodi nubibus in cælo existentibus, non quidem unæ in alias decidunt, sed diversimode micant, & lumen illud reflectunt, quod coruscationes & ignes alicujus magnæ tempestatis, tam longe inde sævientis, ut ibi ex terra non percipiatur, ad illas usque transmittunt. Tertia denique, cum hæ nubes, aut aliæ quædam magis ad Septentrionem accedentes, à quibus lumen accipiunt, sunt in regione aëris tam excelsa, ut radii Solis, jam infra horizontem delitescentis, ad illas possint pervenire. Si enim attendamus ad refractiones & reflexiones, quas duæ aut tres ejusmodi nubes, variis in locis sitæ, lumen unæ ab aliis accipientes, efficere possunt, facile intelligemus, non opus esse, ut supra modum excelsæ sint, ad insolitas quasdam luces noctu exhibendas; atque etiam interdum ad efficiendum ut ipse Sol supra nostrum horizontem appareat, eo tempore quo illum infra esse certum est. Sed ista minus ad hanc priorem hujus tractatus partem videntur pertinere, quam ad sequentem, in qua de iis omnibus quæ in sublimi aëre aliter quam sint apparent, loqui deinceps institui, postquam hactenus omnia, quæ ibidem videntur ut sunt, explicare conatus sum.

quædam præliorum simulacra, & talia quæ inter prodigia solent numerari, possint apparere in cælo. Et Sol etiam noctu videri possit.

CAPUT VIII.

De Iride.

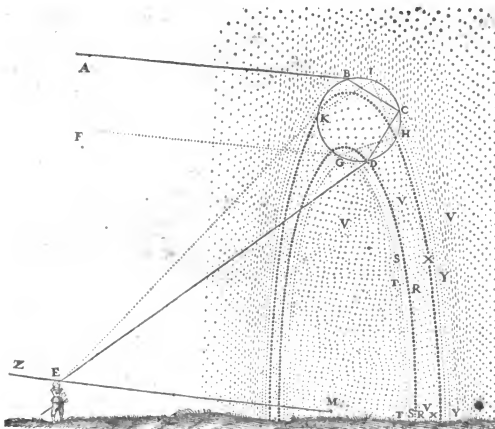
I. *Non in vaporibus, nec in nubibus, sed tantum in aquæ guttis Iridem fieri.*



Am mira est Iridis natura, & tam curiosè à multis egregiis viris fuit investigata, tamque parum cognita, ut nullam aptiorem materiam eligere possim, ad ostendendum, ope Methodi quâ utor, posse perveniri ad nonnullarum rerum scientiam, quam ii quorum scripta ad nos pervenere non habuerunt. Primò, postquam notavi, hanc Iridem non tantùm in cœlo apparere, sed etiam in aëre nobis vicino, quoties multæ in eo aquæ guttæ, à Sole illustratæ exsistunt; ut in fontibus quibusdam per fistulas aquam ejaculantibus experimur: facilè mihi fuit judicare, à solo modo quo radii luminis in guttas agunt, atque inde ad oculos nostros tendunt, eam procedere. Deinde quum scirem, has guttas rotundas esse, ut supra ostensum est, & sive parvæ sive magnæ sint, Iridem semper eodem planè modo in illis repræsentari, statui aliquam valde magnam considerare, ut tanto faciliùs in ea, quid in singulis contingeret, agnoscerem.

II. *Quomodo ejus causa ope globi vitrei aquâ pleni detegi possit.*

Cumque in hunc finem pilam vitream, satis accuratè rotundam & valde pellucidam, aqua implevissem, deprehendi, Sole, exempli gratiâ, lucente ex parte cæli A F Z, & oculo posito in puncto E, si locarem hanc pilam in regione B C D, partem illius D totam rubram, & multò illustriorem quàm reliquum videri. Et sive propiùs illam adducerem, sive ulterius removerem, sive ad dextram sive ad sinistram verterem, vel etiam circa verticem meum rotarem; dummodo linea D E cum altera E M, quæ imaginatione ab oculi centro ad centrum Solis est proferenda, angulum duorum & quadraginta circiter graduum constitueret; pars illa D semper æqualiter rubebat: sed simul ac hunc angulum paulò magis dilatabam, rubor evanescebat: & si contraherem, non ita simul omnis evanescebat, sed antea velut in duas partes, minùs scintillantes, dividebatur, in quibus flavus, cærulæus, & alii colores apparebant. Deinde regionem etiam K hujus pilæ respiciens, notavi, facto angulo K E M, duorum & quinquaginta circiter graduum, hanc partem K etiam rubram apparere, sed non tam lucidam ut D: & paulo tantum ampliore eodem angulo facto, alios ibidem colores magis dilutos existere; sed eodem aliquantulum contracto, vel satis multum

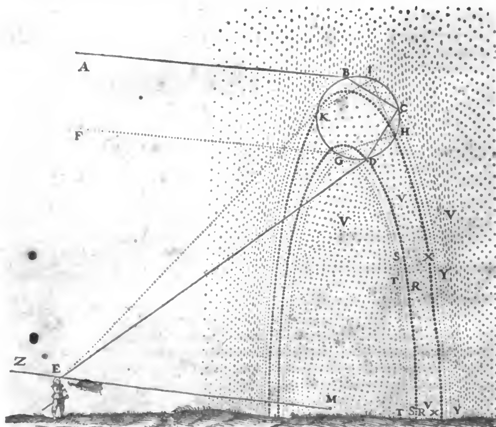


tum ampliore facto, illos omnino disparere. Vnde manifeste didici, toto aëre ad M, hujusmodi pilis, aut earum loco guttis, referto, punctum aliquod admodum rubrum in singulis earum relucere debere, à quibus lineæ eductæ ad oculum E, cum lineâ EM, angulum duorum & quadraginta circiter graduum constituunt; quales illas suppono quæ littera R signatæ sunt; atque hæc puncta simul considerata, loco in quo consistunt non observato nisi per angulum sub quo videntur, instar circuli continui rubro colore perfusi apparere: & similiter puncta quædam esse debere in iis guttis quæ sunt in S & T, è quibus lineæ ductæ ad E, angulos paulo acutiores cum EM constituunt, à quibus circuli colorum dilutiorum

componuntur; atque in hoc primarium & principem cœlestem arcûm consistere. Deinde eodem modo supponendo, angulum MEX, duorum & quinquaginta graduum esse, in guttis X rubrum circulum debere apparere, & alios circulos minus saturo colore imbutos in guttis Y; atque in hoc secundariam Irdiem consistere. Et denique in omnibus aliis guttis notatis littera V nullos ejusmodi colores esse debere.

III. *Iridem interiorem & primariam oriri ex radiis qui ad*

Postea cùm accuratius examinarem in pila BCD, unde rubeus color in ejus parte D conspicuus oriretur, notavi, illum pendere



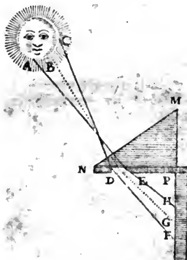
à radiis Solis, qui venientes ex A & B, aquam ingrediendo frangebantur in puncto B, & ibant ad C, unde reflexi ad D, & ibi aquam

aquam egrediendo iterum fracti tendebant ad E. Nam simul ac corpus aliquod opacum & obscurum alicui linearum A B, B C, C D, vel D E opponebam, rubicundus calor evanescebat; & licet totam pilam, exceptis duobus punctis B & D obnuberem, & corpora obscura ubivis circumponerem, dummodo nihil actionem radiorum A B C D impediret, lucide tamen ille refulgebat. Postea eodem modo investigatâ causâ rubri illius coloris, qui apparebat in K, inveni, illum esse à radiis Solis, qui venientes ab F ad G, ibi refrangebantur versus H, & in H reflexi ad I, rursusque ab I reflexi ad K, tandemque iterum fracti in puncto K, tendebant ad E. Atque ita primaria Iris fit à radiis post duas refractiones & unam reflexionem ad oculum venientibus: secundaria verò à radiis, qui non nisi post duas refractiones & duas reflexiones eodem pertingunt. Ideoque hæc semper alterâ minus est conspicua.

oculum perveniunt post duas refractiones & unam reflexionem: exteriorem autem sive secundariã ex radiis post duas refractiones & duas reflexiones ad oculum pervenientibus; quo fiat ut illa sit debilior.

IV. *Quomodo etiam ope vitrei prismatis colores Iridis videantur.*

Sed supererat adhuc præcipua difficultas, in eo quod, etiamsi posito alio ejus pilæ situ, radii etiam post duas refractiones & unam aut duas reflexiones, ad oculum possint pervenire, nulli tamen nisi in eo situ, de quo jam locuti sumus, ejusmodi colores exhibeant. Atque ut hanc amolirer, inquisivi an non aliqua alia res inveniri posset, cujus ope colores eodem moco apparerent, ut factâ ejus comparatione cum aquæ guttis, tanto facilius de eorum causa judicarem. Et commodum recordatus, per prisma vel triangulum ex Crystallo similes videri, unum consideravi, quale est M N P, cujus duæ supeficies M N, & N P sunt omnino planæ, & una in alteram ita inclinata, ut angulum 30 vel 40 circiter graduum contineant; atque ideo si radii Solis A B C, penetrent M N ad angulos rectos, aut fere rectos, ita ut nullam notabilem refractionem vitrum ingrediendo patiantur, satis magnam exeundo per N debeant



beant pati. Et tectâ alterutrâ ex his superficiebus opaco aliquo corpore, in quo sit angustum foramen, quale est DE, observavi, radios per illud foramen transeuntes, atque inde effusos in linteum aut chartam albam FGH, omnes colores Iridis ibi depingere, & quidem semper rubrum in F, & cæruleum seu violaceum in H.

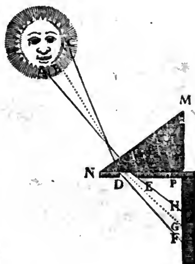
V. *Nec figuram corporis pellucidi, nec radiorum reflexionem, nec etiam multiplicem refractionem ad eorum productionem requiri: sed unâ saltem refractione & lumine & umbrâ opus esse.*

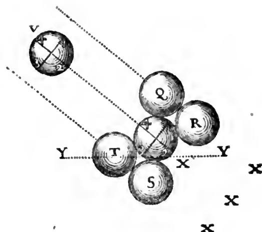
Vnde primum didici, curvaturam superficiei guttarum, generationi colorum minime necessariam esse. Hæc enim crystallus superficiem nullam habet, quæ non sit plana; neque anguli magnitudinem sub quo apparent. hic enim permanentibus illis, mutari potest. Et licet fieri possit ut radii tendentes ad F, jam magis, jam minus incurventur, quàm euntes ad H, semper tamen qui ad F, rubrum depingent, & cæruleum qui ad H. Neque etiam reflexionem; hic etenim nulla omnino est. Nec denique sæpius iteratas refractiones, quum hic tantummodo unica fiat. Sed judicabam, unicam ad minimum requiri, & quidem talem ut ejus effectus aliâ contrariâ non destruatur. Nam experientia docet, si superficies MN & NP parallelæ forent, radios tantundem per alteram iterum erectos, quantum per unam frangerentur, nullos colores depicturos. Neque dubitabam, quin & lumen necessarium sit ad horum colorum productionem; sine illo enim nil cernimus. Et præterea observavi, umbram quoque aut limitationem luminis requiri: dempto enim corpore opaco quod in NP, colores FGH statim evanescunt. atque si satis laxam aperturam DE faciamus, rubrum, croceum & flavum quæ ad F, non latius propterea expanduntur, ut nec viride, cæruleum & violaceum, quæ ad H; sed totum spatium intermedium, littera G notatum, album remanet.

VI. *Vnde oriatur colorum diversitas.*

Quibus animadversis intelligere conatus sum, quare hi colores alii sint in H quàm in F: quum tamen refractio, umbra, & lumen, eodem modo in utroque concurrant. Et consideratâ luminis naturâ quemadmodum illam in Dioptrica descripsi, nempe tanquam actionem vel motum materiæ cujusdam valde subtilis, cujus partes tanquam exiguæ sphærulæ per poros corporum terrestrium devolutæ concipiendæ sunt; agnovi, has sphærulas, pro diversitate causarum, quæ harum motus determinant, diversimode moveri; & speciatim omnes refractiones, quæ in eandem partem fiunt, illas ita disponere, ut in eandem etiam

etiam partem rotentur: sed quum nullas vicinas ipsis multo celerius aut tardius decurrentes habent, motum illarum circularem propemodum motui rectilineo æqualem esse. Quum vero in una parte vicinas habent, quæ ipsis tardius decurrunt, & in adversâ alias quæ celerius, vel saltem æquè celeriter, ut in confinio Luminis & Vmbræ contingit; si occurrant eis quæ tardius moventur, eâ parte, secundum quam rotantur, ut accidit iis quæ componunt radium EH, hoc efficere, ut earum motus circularis motu rectilineo tardior sit: & plane contrarium fieri, si eisdem occurrant parte adversa, ut accidit iis, quæ componunt radium DF. Quæ ut melius intelligantur, supponamus, pilam 1 2 3 4 sic impulsam esse ab V ad X, ut recto tantum motu incedat, & duo illius latera, 1 & 3, æquali celeritate delabantur, usque ad superficiem aquæ YY, ubi motus lateris 3; quod priusquam aliud istam superficiem contingit, retardatur, non mutato illo lateris 1; unde fit ut tota pila necessario rotari incipiat secundum ordinem numerorum 1 2 3. Et prætereaimaginemur, illam quatuor aliis pilis, Q, R, S, T, circumdatam; quarum duæ Q & R majori vehementiâ quàm illa, tendunt versus X, & duæ aliæ S & T minori. Vnde liquet, pilam Q urgentem motum lateris 1, & pilam S, remorantem motum lateris 3, rationem illius augere, neque pilas R & T quidquam obstare; quoniam R ita impulsa supponitur, ut celerius feratur ad X, quam illa sequitur, & T ut minus celeriter sequatur, quam illa præcedit. Atque hoc explicat actionem radii DF. Contra vero, si pilæ Q & R, tardius quam pila 1 2 3 4, ferantur ad X; S autem & T velocius; R impedit rotationem partis 1, & T illam partis 3; nihil agentibus duabus reliquis Q & S: quo actio radii HE innotescit. Sed notandum,





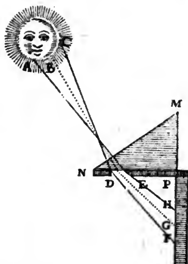
quum hæc pila 1 2 3 4 accuratiſſime rotunda eſſe ſupponatur, facillime accidere poſſe, ut, quando ſatis fortiter premitur à duabus R & T, rotationem ſuam ideo non ſiſtat, ſed ſe vertat in orbem circa axem 2 4, & ita, minimo momento mutato ſitu, deinceps in contrariam partem rotetur. Duæ enim R & T, quæ primæ occaſionem ſe vertendi illi dedere, ut poſtea perſeveret efficiunt; donec hoc motu dimidium circulum impleverit, illæque non amplius tardare ejus rotationem, ſed contra augere poſſint. Cujus rei conſideratio difficultatem mihi expedivit, quam totius hujus materiæ præcipuam eſſe exiſtimo.

VII. *In quo ſita ſit natura rubei coloris, & flavi, & viridis, & cærulei; prout in priſmate vitreo conſpiciuntur: & quomodo cæruleo rubeus miſceatur; unde ſit viola-*

Et mea quidem ſententia, manifeſte ex his omnibus liquet, naturam colorum qui pinguntur in F, tantum in eo conſiſtere, quod particulæ materiæ ſubtilis, actionem luminis tranſmittentes, majori impetu & vi rotari nitantur, quam ſecundum lineam rectam moveri: ita ut qui multo validius rotari nituntur, rubicundum colorem efficiant, & qui non niſi paulo validius, flavum. Vt contra natura eorum qui videntur ad H, tantum in eo conſiſtit, quod hæ particulæ non tam velociter rotentur, quam alias ſolent, cum nulla talis cauſa earum motui reſiſtit; ita ut viride appareat, ubi non multo tardius ſolito rotantur; & cæruleum, ubi multo tardius: & ſæpe in extremitatibus hujus cærulei ruti-

rutilus quidam color ei miscetur, qui fulgorem suum ipsi communicans, in violaceum sive purpureum illum mutat. Quod procul dubio ex eo est, quod eadem causa, quæ rotationem particularum materiæ subtilis tardare consuevit, quum tunc satis valida sit ad quasdam invertendas, & earum situm immutandum, earundem rotationem accelerare debeat, dum interim illam aliarum tardat.

ceus sive purpureus.



Et in his omnibus tam unanimes ratio & experientia conspirant, ut non putem, ullum, ex iis qui ad utramque satis attendent, credere posse, naturam colorum aliam esse quam explicui. Si enim verum est, sensum luminis à motu esse, aut ab inclinatione ad motum, cujusdam materiæ oculos nostros tangentis; ut multa passim testantur & manifestum reddunt; certum quoque, diversos ejus materiæ motus, alios atque alios sensus in nobis effecturos. Et quemadmodum diversitas alia in his motibus esse nequit, quam illa jam nobis explicata; ita neque experientia, ullam aliam, in eo quem habemus horum motuum sensu, præter illam colorum esse, testatur. Et nihil inveniri potest in crystallo MNP, quod colores producere queat, præter modum, quo particulas materiæ subtilis, ad linteum, atque inde ad oculos, mittit. Vnde satis liquere aibitror, nihil etiam, præter hoc, in coloribus aliorum corporum quærendum esse: Nam ipsa experientia quotidiana docet, lumen seu album, & umbram seu nigrum, cum coloribus Iridis hîc explicatis, compositioni omnium aliorum sufficere. Neque illam distinctionem Philosophorum probare possum, qua dicunt, alios colores veros esse, & alios falsos, seu tantummodo apparentes. Quum enim genuina & sola colorum natura sit, apparere, contradictio esse videtur, illos apparentes & tamen falsos esse dicere.

VIII. In quo etiam aliorum corporum colores consistant; & nullos falsos esse.

IX. *Quomodo in Iride producantur; & quomodo ibi lumen ab umbra terminetur. Cur primariæ Iridis semediameter 42 gradibus major esse nequeat, nec secundariæ semidiameter 51 gradibus minor. Curque illius superficies exterior, magis determinata sit quam interior; hujus autem contra, interior magis quam exterior.*

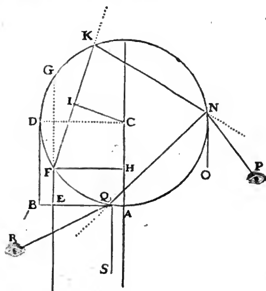
Concedo quidem, umbram & refractionem non perpetuo iis generandis necessarias esse; sed magnitudinem, figuram, situm, corporis colorati vulgo dicti, illorum loco diversimode cum lumine concurrere posse, ad augendam aut imminuendam rotationem partium materiæ subtilis. Ita ut initio quoque dubitarim, an omnino eadem ratione, qua in crystallo M N P, colores etiam in Iride generarentur; nullam quippe umbram lumen terminantem ibi notaram, neque dum noram, quare tantum sub certis quibusdam angulis apparerent; donec tandem sumpto calamo, & curiose singulis radiis, qui in diversa puncta unius guttæ cadunt, ad calculum revocatis; ut discerem sub qualibus angulis, post duas refractiones, & unam aut duas reflexiones, ad oculos nostros venire possint; inveni, post unam reflexionem & duas refractiones, multo plures videri posse, sub angulo graduum ab uno & quadraginta ad duo & quadraginta, quam sub ullo minore, & nullum omnino sub majori apparere. Deinde etiam inveni, post duas reflexiones, & refractiones totidem, multo plures ad oculum manare, sub angulo graduum unius & quinquaginta, vel duorum & quinquaginta, quam sub ullo majori, neque ullum sub minori conspici. Ita ut ab utraque parte umbra lumen terminans adsit; quod lumen infinitas pluviæ guttas Sole illuminatas permeans, demum ad oculum sub angulo duorum fere & quadraginta graduum venit; atque ita primariam Iridem generat. Itemque est umbra quæ terminat lumen, sub angulo unius & quinquaginta graduum, aut paulo amplius; atque hoc pacto exteriorem arcum producit. Nullos enim luminis radios, aut multo pauciores ab uno objecto quam ab altero vicino, in oculos suos recipere, hoc est, umbram videre. Atque hinc satis perspicue patet, colores horum arcuum ab iisdem causis esse, à quibus illi qui per crystallum M N P apparent; & semidiametrum arcus interioris, duobus & quadraginta gradibus minorem esse non debere; nec illam exterioris uno & quinquaginta minorem. Et denique priorem accuratius in exteriori superficie terminatam esse debere, quam in interiori; & alteram plane contra; quod accurate cum experientia consentit.

Verum ut Mathematici videant, an calculus, quo angulos qui hîc à radiis luminis fiunt examinavi, satis sit accuratus, illum hîc placet explicare.

X. *Quomodo*

Sit A F D aquæ gutta, cujus semidiametrum C D, aut A B, in

in tot æquales partes divido, quot radios calculo examinare volo; ut tantundem luminis uni quam alteri attribuatur. Deinde unum horum radiorum speciatim considero, ut ex. gr. EF, qui non recta tendit ad G, sed in F refractus decedit ad K, & inde reflectitur ad N, ubi iterum refractus tendit ad oculum P: vel etiam adhuc semel ab N ad Q reflexus, refringitur in Q versus oculum R. Et ductâ CI ad angulos rectos in FK, ex iis quæ in Dioptrice dicta fuere, cognosco, AE, aut HF, & CI, illam inter se *ista mathematice demonstrentur.*



proportionem habere, per quam aquæ refractio dimetienda est. Adeo ut si HF constet octo millibus partium, qualium AB constat decem millibus, CI constabit 5984 aut circiter; quoniam refractio aquæ paulo major est quam quatuor ad trium; & quam accuratissime illam dimetiendo, invenio esse ut 250 ad 187. Cognitis ita duabus lineis HF & CI, facillime duos arcus cognosco, FG, qui est 73 graduum & 44 minutorum, & FK, qui est 106.30. Deinde subducendo duplum arcus FK ex aggregato arcus FG, & arcus 180 graduum, hoc est, dimidii circuli, fit 40.44 pro quantitate anguli ONP. suppono enim, ON & EF

esse parallelas. Præterea tollendo hos 40. 44 ex FK, fit 65. 46 pro angulo SQR; suppono enim, SQ & EF esse etiam parallelas. Atque ita omnes alios radios parallelos ipsi EF, & per omnia puncta quibus divisa est semidiameter CD vel AB transeuntes examinando, tabulam sequentem compono.

Linea HF	linea CI	arcus FG	arcus FK	angulus ONP	angulus SQR
1000	748	168. 30	171. 25	5. 40	165. 45
2000	1496	156. 55	162. 48	11. 19	151. 29
3000	2244	145. 4	154. 4	17. 56	136. 8
4000	2992	132. 50	145. 10	22. 30	122. 4
5000	3740	120.	136. 4	27. 52	108. 12
6000	4488	106. 16	126. 40	32. 56	93. 44
7000	5236	91. 8	116. 51	37. 26	79. 25
8000	5984	73. 44	106. 30	40. 44	65. 46
9000	6732	51. 41	95. 22	40. 57	54. 25
10000	7480	0.	83. 10	13. 40	69. 30

Et facillime in hac tabula videmus, radios longe plures esse, qui angulum ONP, 40 circiter graduum faciunt, quam qui minorem; vel SQR 54 circiter, quàm qui majorem. Deinde ut adhuc accuratius horum angulorum quantitatem inveniam, facio tabulam sequentem.

Linea

Linea HF	linea CI	arcus FG	arcus FK	angulus ONP	angulus SQR
8000	5984	73. 44	106. 30	40. 44	65. 46
8100	6058	71. 48	105. 25	40. 58	64. 37
8200	6133	69. 50	104. 20	41. 10	63. 10
8300	6208	67. 48	103. 14	41. 20	62. 54
8400	6283	65. 44	102. 9	41. 26	61. 43
8500	6358	63. 34	101. 2	41. 30	60. 32
8600	6432	61. 22	99. 56	41. 30	58. 26
8700	6507	59. 4	98. 48	41. 28	57. 20
8800	6582	56. 42	97. 40	41. 22	56. 18
8900	6657	54. 16	96. 32	41. 12	55. 20
9000	6732	51. 41	95. 22	40. 57	54. 25
9100	6806	49. 0	94. 12	40. 36	53. 36
9200	6881	46. 8	93. 2	40. 4	52. 58
9300	6956	43. 8	91. 51	39. 26	52. 25
9400	7031	39. 54	90. 38	38. 38	52. 0
9500	7106	36. 24	89. 26	37. 32	51. 54
9600	7180	32. 30	88. 12	36. 6	52. 6
9700	7255	28. 8	86. 58	34. 12	52. 46
9800	7330	22. 57	85. 43	31. 31	54. 12

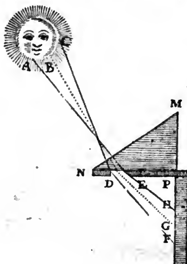
Et

Et hic videmus, maximum angulum ONP 41 graduum & 30 minutorum esse posse, & minimum SQR 51. 54; cui addentes aut subducentes 17 circiter minuta pro semidiametro Solis, inveniemus 41. 47 pro maxima semidiametro Iridis interioris, & 51. 37 pro minima exterioris.

XI. *Aquæ calidæ refractionem minorem esse quam frigidæ, atque idcirco primariam Iridem paulo majorem, & secundariam minorem exhiberе. Et quomodo demonstretur, refractionem ab aqua ad aërem esse circiter ut 187 ad 250. Ideoque semidiametrum Iridis 45 graduum esse non posse.*

Verum quidem est, aquæ calidæ refractionem refractione frigidæ paulo minorem esse, quod aliquantum hunc calculum mutare potest. Hoc tamen semidiametrum Iridis interioris non ultra unum aut duos gradus ad summum augere potest; & tum illa exterioris fere bis tanto minor erit. Quod notatu dignum est; quoniam inde demonstrari potest, refractionem aquæ non multo minorem, neque majorem esse, quam illam hic statuimus. Nam si tantillo major foret, radium Iridis interioris minorem 41 gradibus faceret; quum contra communi errore 45 illi dentur; & si illam satis exiguam supponamus, ut revera 45 graduum sit, inveniemus illum etiam exterioris non multo majorem 45 gradibus; quum tamen vel ad oculum interiore major videatur. Et Maurolycus, qui (ut puto) primus omnium interiorem 45 graduum se observasse scripsit, alteri 56 circiter attribuit. Vnde liquet, quam parum fidei iis observationibus sit adhibendum, quæ ab ignaris verarum causarum fieri solent.

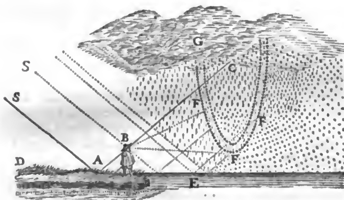
XII. *Cur pars exterior primariæ Iridis, & contra interior secundariæ sit rubra.*



Cæterum facile intellexi, quare rubeus color exterior sit in Iride interiore; & contra interior in exteriore: Nam eadem causa, ob quam potius in F, quam in H, conspicitur per crystallinum MNP, efficit, ut, si oculum in lintei locum FGH transferentes, crystallum respiciamus, rubrum ibi versus partem crassiorem MP videamus, & cæruleum versus N. Radius enim rubro colore tinctus, qui tendit versus F, venit à parte Solis C, quæ versus MP crassiorem partem crystalli est sita. Atque ob hanc eandem

dem rationem, quia centrum guttarum aquæ, & per consequens illarum pars crassior, exterior est respectu punctorum coloratorum, quæ formant arcum interiorem; ideo rubrum in exteriori ejus limbo debet apparere. Et eodem modo, quia interior est respectu eorum quæ formant exteriorem, ideo in eo rubrum interius apparet.

Atque ita nullam difficultatem in hac materia superesse arbitror; nisi forte circa illa, quæ præter ordinem assuetum naturæ in ea contingunt. Vt quum arcus non accuratè rotundus est, aut centrum illius in rectâ lineâ Solem & oculum transeunte non jacet. Quod accidere potest, vento guttarum figuram immutante: nunquam enim tam parum à sphærica sua figura discedere possunt, quin statim illud notabilem differentiam in angulo, sub quo colores videri debent, efficiat. Audivi etiam, aliquando arcum cælestem inversum cornibus in altum erectis apparuisse, qualem hîc repræsentatum videmus FF. Quod vix crediderim accidisse, nisi per reflexionem radiorum solarium incurrentium in superficiem maris aut lacus alicujus. Vt si à parte cœli SS effusi, caderent in aquam DAE, & inde ad pluviam CF resilirent, oculus B videret arcum FF, cujus centrum in puncto C; ita ut prolatâ lineâ CB usque ad A, & AS XIII. *Quomodo possit contingere, ut ejus arcus non sit accurate rotundus: item ut inversus appareat.*



transeunte per centrum Solis, anguli SAD & BAE æquales sint, & angulus CBF duorum & quadraginta circiter graduum.

Ad hoc tamen etiam requiritur summa aëris tranquillitas, ne vel minimus ventorum flatus, aquæ E superficiem inæqualem reddat; & forte insuper, ut nubes quædam isti aquæ superincumbat, qualis G, quæ impediat ne lumen Solis rectà ad pluviam tendens, illud quod aqua eo reflectit, supprimat atque extinguat: unde fit ut non nisi rarissime videatur. Oculus præterea in tali situ respectu Solis & pluviæ esse potest, ut videat partem inferiorem circuli, quo integra Iris constat, non videndo superiorem; atque ita ut illum pro Iride inversâ sumamus, etiamsi tunc non versus cœlum, sed tantummodo versus terram aquam respicientibus appareat.

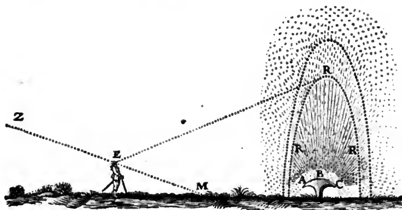
XIV. *Quomodo tres Irides videri queant.*

Quidam etiam mihi narrarunt, tertiam Iridem duas ordinarias cingentem se aliquando vidisse, sed multo pallidiorem, & tantum circiter à secundâ remotam, quantum ab illâ prima distat. Quod vix accidisse arbitror, nisi forsan quædam grandinis grana, maxime rotunda & pellucida, huic pluviæ fuerint immixta: in quibus cum refractio multo quam in aëre major fiat, arcus cœlestis exterior multo etiam major in illis esse debuit, & ita supra alterum apparere. Interior vero qui ob eandem rationem longe minor debuit fuisse, quam interior pluviæ, fieri potest, ut ob insignem hujus fulgorem ne quidem fuerit notatus, vel ut uterque limbis commissis pro uno fuerit habitus, sed pro uno cujus colores aliter quàm in Iride ordinaria dispositi esse debuerunt.

XV. *Quomodo aliæ prodigiosæ Irides varias figuras habentes, possint arte exhiberi.*

Atque hoc in mentem mihi revocat artificium quoddam, ad varia signa in cælo repræsentanda, quæ valde mirabilia viderentur iis, qui eorum causas ignorarent. Existimo, jam omnes nôsse, quo artificio in fonte arcus cœlestis repræsentari possit: nempe, si aqua per exigua foramina A B C satis alte erumpens, quaquaversum in aëre dispergatur ad R, Sole lucente ex Q; ita ut Q E M jacente in lineâ rectâ, angulus M E R duorum & quadraginta circiter graduum sit; oculus E Iridem plane similem illi, quæ in cœlo apparet, videbit. Cui nunc addendum, quædam esse olea, & spiritus sive aquas distillatas, aliosque hujusmodi liquores, in quibus refractio insigniter major aut minor efficitur, quam in aqua communi; quæ tamen propterea non minus clara & pellucida sunt, quàm ipsa: Atque ita plures ordine fistulas disponi posse, quæ aliis atque aliis liquoribus refertæ, magnam cœli partem coloribus Iridis pingerent: si nempe liquores, quorum refractio esset maxima, spectatoribus proximi ponerentur; & non tam alte in aërem exilirent, ut conspe-

ctum



ctum remotiorum impedirent. Ex quibus, quoniam parte foraminum A B C obturata, ea pars Iridis R R, quam volumus, evanescit, reliquis omnino inviolatis, facile est intelligere, si eodem modo claudantur & aperiantur apposite diversa foramina fistularum, hos liquores ejaculantium, fieri posse ut eæ partes cœli, quæ coloribus Iridis pictæ erunt, figuram habeant nunc crucis, nunc columnæ, nunc cujuspiam alterius rei, quam spectatores admirentur. Vbi tamen fateor nonnullâ industriâ & sumptibus opus esse, ut his fistulis aptissime dispositis, & liquores admodum alte ejaculantibus, hæ figuræ ex loco valde remoto videri possint, illasque multi homines simul, artificio non detecto, conspiciant.

CAPVT IX.

De nubium colore & de halonibus, seu coronis, quæ circa sidera interdum apparent.

POst illa, quæ de colorum natura diximus, non multa credo addenda esse de iis quos in sublimi videmus. Quantum enim primo ad albedinem, & opacitatem seu nigredinem nubium, ex hoc solo illæ oriuntur, quod hæ nubes magis aut minus exponantur astrorum lumini, vel etiam umbræ, tam suæ, quàm aliarum nubium vicinarum. Et duo hîc tantummodo notanda sunt. Quorum primum, superficies corporum pellucidorum, partem radiorum in eas incidentium refle-

I. *Quam ob causam nubes interdum nigræ appareant. Et cur nec vitrum contusum, neque nix, neque nu-*

bes paulo densiores, luminis radios transmittant. Quænam corpora sint alba: & cur spuma, vitrum in pulverem redactum, nix & nubes, alba sint.

reflectere, ut supra quoque monuimus: unde fit, ut lumen facilius ad trium hastarum altitudinem in aquam penetret, quàm per paululum spumæ, quæ tamen nihil præter aquam est, sed aquam plures superficies habentem, quarum primâ partem hujus luminis reflectente, secundâ aliam, & ita porro, nihil omnino, vel nihil fere, superest, quod ulterius pergat: & propterea nec vitrum in pulverem comminutum, nec nix, nec nubes paulo densiores, pellucidæ esse possunt. Alterum eorum, quæ hîc observanda, est, etiamsi actio luminosorum corporum in eo tantum consistat, ut pellant secundum lineas rectas materiam illam subtilem, quæ oculos nostros attingit, particulas tamen hujus materiæ ut plurimum etiam circulariter moveri, saltem eas, quæ hic sunt in aëre nobis vicino. Eadem ratione, quâ pila se circumvolvit, dum terram tangendo movetur, etiamsi non nisi secundum lineam rectam fuerit impulsa. Suntque ea corpora, quæ sic efficiunt ut partes materiæ subtilis volvantur æque celeriter, ac ea quæ secundum lineam rectam feruntur, quæ alba proprie appellantur: qualia procul dubio sunt illa omnia quæ à sola suarum superficierum multitudine impediuntur, quo minus sint pellucida: ut spuma, vitrum comminutum, nix, & nubes.

II. *Cur cælum appareat cæruleum aëre puro, & album aere nubiloso: Et cur mare, ubi ejus aquæ altissimæ ac purissimæ sunt, cæruleum videatur.*

Vnde intelligere possumus, quare cœlum serenum & defæcatum, non album, sed cæruleum appareat, dummodo sciamus, illud ex se ipso nullum plane lumen emittere, maximeque tenebrosum esse appariturum, si nulli omnino vapores, nec exhalationes supra nos essent; Semper autem esse nonnullos, qui radios aliquot ad nos remittunt, hoc est, qui repellunt particulas materiæ subtilis, quas Sol aut alia sidera in illos impulerunt. Et cum hi vapores satis copiosi adsunt, materia subtilis ab unis eorum particulis repulsa, statim aliis occurrit; quæ ejus particulas in gyrum agunt, antequam ad oculos nostros perveniant; quo ipso tunc cœlum album apparet. Sed cum è contrario hi vapores valde rari sunt, particulæ materiæ subtilis non satis multis eorum particulis occurrunt, ut æque celeriter in orbem ac secundum lineam rectam moveantur: ideoque cœlum non nisi cæruleum videri debet, juxta ea quæ de natura coloris cærulei paulo ante dicta sunt. Et ob eandem causam aqua marina, ubi admodum alta est & pellucida, cærulea videtur; pauci quippe tantummodo radii ab ejus superficie resiliunt, & nulli eorum, qui illam subeunt, revertuntur.

Hîc

III. *Cur sæpe Oriente vel Occidente Sole cœlum rubescat: & ista rubedo mane pluviam aut ventos, vesperi serenitatem prænunciet.*

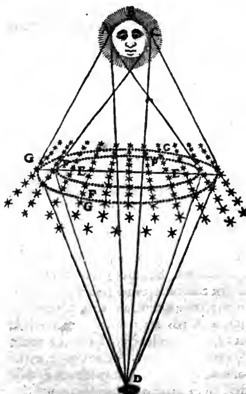
Hîc præterea intelligere licet, quare Sole Oriente aut occidente tota cœli pars in qua est, rubro colore sæpe tingatur: Quod accidit, cum inter illum & nos non tot nubes nec tot nebulæ interjacent, ut radios illius plane excludant, sed tamen adsunt nebulæ nonnullæ quæ impediunt, ne tam facile isti radii per aërem terræ maxime vicinum transmittantur, quam per illum, qui paulo ab eâ remotior est, & gradatim etiam ne tam facile per hunc quàm per multo remotiorem. Manifestum enim est, hos radios, refractionem in his nebulis passos, partes materiæ subtilis, quam permeant, determinare, ut eodem modo volvantur, quo volveretur pila per terram ex eadem parte labens, ita ut rotatio inferiorum, semper actione superiorum intendatur, quum fortiorem hanc supposuerimus: & novimus, hoc sufficere ad rubedinem repræsentandam, quæ postea reflexa à nubibus, quaquaversum per cœlum dispergi potest. Et notandum, hanc rubedinem mane apparentem, ventum præsagire aut pluviam, quoniam hoc testatur, paucissimis nubibus ibi in Oriente existentibus, Solem ante Meridiem multos vapores attollere posse, & nebulas, quæ illum exhibent, jam surgere; quum contra vesperi hæc rubedo serenitatem polliceatur, quia signum est, nullas aut paucissimas nubes in occasu collectas esse; unde fit, ut venti Orientales dominentur, & nebulæ noctu descendant. Non hic diutius speciali explicationi aliorum colorum, qui in nubibus videntur, immoror. eorum enim causas omnes in iis, quæ jam dicta sunt, satis manifeste contineri existimo.

IV. *Quomodo halones vel coronæ circa Astra producantur: & cur varia sit earum magnitudo. Cur cum sunt coloratæ, interior circulus sit ruber, & exterior cæruleus. Et cur interdum duæ, una intra alteram,*

Sed aliquando circuli quidam sive coronæ circa sidera apparent, de quibus deinceps est agendum. In eo Iridi sunt similes, quod rotundæ sint vel propemodum rotundæ; & semper Solem vel aliquod aliud astrum pro centro habeant: manifesto argumento illas aliqua reflexione aut refractione generari, quarum anguli omnes æquales, vel propemodum æquales sunt. Itemque in eo cum Iride conveniunt, quod interdum sint coloratæ; unde liquet aliquam refractionem, & umbram lumen terminantem, ad earum productionem requiri. Sed in eo differunt, quod Iris nunquam appareat nisi pluente cœlo ubi videtur, licet sæpius non pluat ubi spectator consistit: hæ autem nunquam conspiciantur ubi pluit. Unde liquet, eas minime generari per refractionem, quæ fit in aquæ guttis aut grandine; sed per eam quæ in iis stellulis ex glacie pellucidâ compositis, de quibus supra locuti sumus: quippe non aliam causam in nubibus pos-

apparent, & interior sit maxime conspicua.

ſumus invenire, quæ tale quidquam efficiat. Et licet numquam hujuſmodi ſtellas decidere videamus, niſi frigidiore cœlo, ratio tamen nos certos facit, illas quovis anni tempore formari. Quumque etiam calore opus ſit, ut ex albis, quales ſunt initio, pellucidæ, ut hic effectus requirit, fiant, veriſimile eſt, æſtatem iis producendis hyeme commodiorem eſſe. Et quamvis hæ ſtellulæ cum decidunt, planas ſuperficies habere videantur, certum tamen eſt, illas in medio magis quam in extremitatibus intumeſcere; quod etiam in quibuſdam oculus deprehendit : & prout tumor ille major aut minor eſt, hos circulos etiam majores efficit aut minores: diverſarum enim procul dubio magnitudinum ſunt. Et ſiquidem, qui ſæpius obſervati fuerunt, diametrum 45 circiter graduum, ut quidam teſtantur, habuerunt, facile mihi perſuadeo, convexitatem particularum glaciei, quæ illos tantæ magnitudinis efficit, eam eſſe quam ipſæ frequentiſſime habere ſolent, & forte etiam quæ eſt maxima, quam poſſint acquirere priuſquam omnino liqueſiant. Sit A B C, exempli gratiâ, Sol, D oculus, E F G plurimæ glaciei particulæ pellucidæ, aliæ juxta alias jacentes, plane quemadmodum eſſe debent ut in ſtellulas formentur, & quarum convexitas talis eſt, ut radius ex. gr. ex puncto A ad extremitatem ſtellulæ G



lulæ G perveniens, & radius ex puncto C ad extremitatem stellulæ F, refringantur versus D; & ut etiam alii plures radii perveniant ad D, ex iis qui in illas incidunt, quæ sunt extra circulum G G. Manifestum est, præter radios A D, C D, & similes, qui recta linea tendentes, Solem naturali magnitudine repræsentant, alios refractos in E E, aërem comprehensum hoc circulo F F satis lucidum reddituros, & circumferentiam illius inter circulos F F, & G G, specie coronæ Iridis coloribus variegatæ exhibituros. Ipsum etiam rubrum intrinsecus ad F, & cæruleum extrinsecus ad G, visum iri, plane quemadmodum observatur. Et si duo aut plures ordines particularum glaciei congesti sint, dummodo radios solares non ideo plane excludant; illi radiorum qui per duos ordines in stellarum extremitatibus penetrant, bis fere tantundem incurvati, quantum alii qui per unum tantum, alium circulum coloratum producent, ambitu quidem priori longe majorem, sed minus lucidum; ut ita tum duæ coronæ, quarum una alteram cingat, & quarum exterior interiori minus picta sit, appareant: Vt etiam interdum fuit observatum.

Præterea hic manifestum est, quare non soleant hæ coronæ apparere circa sidera, dum sunt horizonti valde vicina. nam tunc radii obliquius in glaciei particulas incidunt, quam ut illas penetrare possint. Et quare harum colores, coloribus Iridis dilutiores sint; nam per refractiones multo minores efficiuntur. Et quare frequentius illæ circa Lunam appareant, curque etiam interdum circa stellas notentur; nempe cum particulæ glaciei tam parum convexæ sunt, ut illas admodum parvas efficiant. Cum enim ex reflexionibus & refractionibus tam multis non pendeant, quam arcus cœlestis, neque etiam lumine egent tam vehementi, ut producantur. Sed sæpe non nisi albæ apparent, non tam ob luminis defectum, quam quia tunc materia, in qua formantur, non est omnino pellucida. V.

V. Cur non videri soleant circa Astra, cum oriuntur vel occidunt. Cur earum colores dilutiores sint quam Iridis. Et cur sæpius quam illa, circa Lunam appareant; interdumque etiam circa stellas conspiciantur. Cur ut plurimum albæ tantum sint.

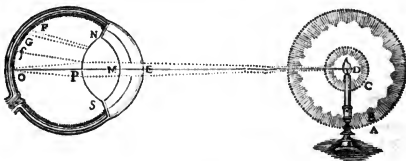
Alias præterea coronas imaginari possemus, quæ ad imitationem arcus cœlestis in aquæ guttis formarentur, primo scilicet per duas refractiones, sine ulla reflexione: sed nec earum diameter ulla re determinari potest; nec lumen in iis umbra limitatur, quemadmodum postulat colorum productio. Deinde per duas refractiones, & tres aut quatuor reflexiones; sed lumen illarum, tum maxime debile, facillime extinguitur per illud quod à superficie earundem guttarum resilit; VI.

VI. Cur in aquæ guttis instar Iridis non formentur.

resilit; unde dubito, an unquam appareant; & calculus docet, diametrum illarum multo majorem esse debere, quam deprehendatur in iis, quæ vulgo observantur.

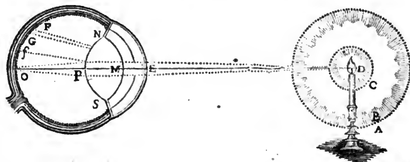
VII. *Quæ sit causa coronarum, quæ etiam interdum circa flammam candelæ conspicimus. Et quæ causa transversorum radiorum, quos aliquando ibidem videmus. Cur in his coronis exterior ambitus sit ruber contra quam in iis quæ apparent circa stellas. Et cur refractiones, quæ in humoribus oculi fiunt, nobis Iridis colores*

Cæterum quantum ad eas attinet, quæ aliquando circa lampades aut candelas apparent, illarum causa non in aëre, sed tantum in oculo quærenda est. Cujus rei æstate proxima experimentum manifestum vidi. Quum enim noctu navigarem, & tota illa vespera caput cubito innisus, manu oculum dextrum clausissem, altero interim versus cœlum respiciens, candela ubi eram allata est, & tunc aperto utroque oculo, duos circulos flammam coronantes aspexi, colore tam acri & florido quam unquam in arcu cœlesti me vidisse memini. AB est maximus, qui ruber erat in A,



& cæruleus in B: CD minimus, qui etiam ruber in C, sed albus versus D, ubi ad flammam usque extendebatur. Oculo dextro postea iterum clauso, notavi, has coronas evanescere; & contra illo aperto & sinistro clauso, permanere. Vnde certo cognovi, illas non aliunde oriri, quam ex nova conformatione vel qualitate, quam dexter oculus acquisiverat, dum ipsum ita clausum tenueram, & propter quam non modo maxima pars radiorum, quos ex flamma admittebat, ipsius imaginem in O, ubi congregabantur, pingebant, sed etiam nonnulli ex iis ita detorquebantur, ut per totum spatium FO spargerentur, ubi pingebant coronam CD, & nonnulli alii per totum spatium FG, ubi coronam AB etiam pingebant. Non determinate hic dico, qualis ista conformatio fuerit; plures enim diversæ idem possunt efficere; Vt si tantum una aut duæ perexiguæ rugæ sint in aliqua ex superficiebus

tiebus tunicarum E M P, quæ ob figuram oculi ſint circulares, & centrum habeant in linea E O; quemadmodum ibidem etiam ſæpe aliæ ſunt, ſecundum rectas lineas extenſæ, quæ ſe mutuo decuſſant in hac linea E O, efficiuntque ut magnos quoſdam radios hinc inde ſparſos circa faces ardentes videamus: ut etiam ſiquid opaci occurrat, vel inter E & P, vel alicubi ad latus, modo ibidem circulariter ſe diffundat. Vel denique ſi humores aut tunicæ oculi aliquo modo temperamentum aut figuram mutarint. Admodum enim commune eſt iis, qui oculis laborant, tales coronas videre; & non omnibus eodem modo apparent. Supereſt hic tantum, ut notemus, earum ambitus exteriores, quales hic ſunt A & C, ut plurimum rubros eſſe, plane contra quam in iis, quas circa aſtra in nubibus pictas videmus. Cujus rei ratio manifeſta nobis erit, ſi conſideremus, in productione colorum quibus conſtant, humorem cryſtallinum P N M fungi officio ejus primatis P N M, de quo ſupra ſumus locuti, & retinam F G F officio lintei albi, radios per hoc priſma *ubique non exhibeant.*



tranſeuntes excipientis. Sed dubitabit forte quiſpiam, cum humor cryſtallinus hoc poſſit, cur non eodem modo reliqua omnia objecta quæ cernimus, coloribus Iridis pingat. Quare notandum eſt, ex ſingulis objectorum punctis multos radios ad ſingula retinæ puncta pervenire; quorum uni cum tranſeant per partem N humoris cryſtallini; & alii per partem S; contrario plane modo in illa agunt, & ſe mutuo deſtruunt, ſaltem quantum ad colorum productionem attinet: hic autem eos omnes qui ad partem retinæ F G F perveniunt, non niſi per partem N humoris cryſtallini tranſire, ideoque rotationem quam ibi acquirunt poſſe ſentiri. Atque hæc omnia

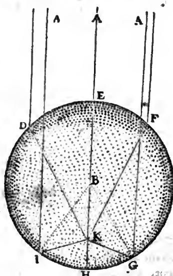
tam apte cum iis, quæ de natura colorum ſupra dixi, conveniunt, ut eorum veritatem non parum mihi videantur confirmare.

CAPVT X.

De Parheliis.

I. *Quomodo producantur eæ nubes, in quibus Parhelii videntur. Magnum quendam glaciei circulum in ambitu iſtarum nubium reperiri, cujus ſuperficies æqualis & levis eſſe ſolet. Hunc glaciei circulum craſſiorem eſſe ſolere in parte Soli obverſa quam in reliquis. Quid obſtet, quo minus iſta glacies ex nubibus in terram cadat. Et cur aliquando in ſublimi appareat magnus circulus albus, nullum ſidus in centro ſuo habens.*

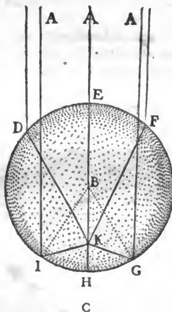

Nterdum & alii in nubibus circuli videntur, differentes ab iis, de quibus diximus, eo quod tantum albi appareant, neque aſtrum in centro habeant, ſed ipſi ut plurimum Solis aut Lunæ centra permeent, & paralleli aut fere paralleli horizonti videantur. Sed quia non niſi in magnis & rotundis illis nubibus, de quibus ſupra locuti ſumus, conſpiciuntur, & in iiſdem etiam quandoque plures Soles aut Lunæ repræſentantur, conjunctim utrumque hic eſt explicandum. Sit ex. gr. A meridies, ubi Sol conſiſtit, comitatus vento calido tendente ad B; & C Septentrio, unde ventus frigidus etiam ad B nititur. & ibi ſuppono, hos duos ventos vel invenire, vel cogere nubem, ex glaciei particulis compoſitam, quæ tam lata eſt & profunda, ut non poſſint unus ſuper, alius ſubter vel per ejus medium labi, quemadmodum alias ſolent, ſed curſum ſuum circumcirca tenere cogantur. qua opera non tantum illam rotundant; ſed etiam qui à Meridie calidius ſpirat, nivem ejus ambitus paululum liquefacit; quæ ſtatim iterum gelata, tam frigore venti Borealis, quam vicinia nivis interioris nondum liquefactæ, magnum quendam velut annulum ex glacie continua & pellucida componit; cujus ſuperficies ſatis polita eſt, quoniam venti illam rotundantes, admodum uniformes ſunt. Præterea etiam hæc glacies craſſior eſt à latere DEF,



DEF, quod Soli & calidiori vento expositum suppono, quam à latere GHI, ubi tam facile liquefieri nix haud potuit. Et postremo notandum, hac aëris constitutione manente, sufficientem calorem circa nubem B vix esse posse, ad glaciem ibi formandam, quin etiam terra subjecta satis calida sit ad multos vapores emittendos, qui totum nubis corpus sursum pellentes, hanc glaciem in aëre suspensam sustineant. Quibus positis, facile intelligitur, Lumen Solis (quem satis altum versus meridiem esse suppono) undiquaque glaciem DEFGHI illustrans, & inde resiliens in nivem nubis, quam cingit, debere hanc nivem ex terra subjecta spectantibus, instar magni circuli albi exhibere. quinimo etiam ad hoc satis esse, si nubes sit rotunda, & ejus nix paulo densior in ambitu, quam in medio, licet annulus glaciei non sit formatus.

Sed quum formatus est, possunt etiam apparere stantibus in terra circa punctum R usque ad sex Soles, qui circulo albo, tanquam annulo totidem adamantes, inserti sint. Primus, scilicet in E, ob radios directe fluentes à Sole, quem suppono in A: duo sequentes in D & F, per refractionem radiorum, qui glaciem iis in locis permeant, ubi crassitie illius paulatim decrescente, introrsum ab utraque parte incurvantur, quemadmodum ii, qui prisma crystallinum, de quo supra, perlabuntur. Et propterea hi duo Soles in oris rubrum colorem ostentant, eâ parte qua E respiciunt, ubi glacies crassior est: & cæruleum in altera, ubi tenuior. Quartus in H per reflexionem apparet. Duo itidem postremi per reflexionem in G & I. per quæ puncta G & I suppono circulum describi posse, cujus centrum in puncto K, & qui transeat per B, nubis centrum: ita ut anguli KGB, & KBG, aut BGA æquales sint; ut & KIB, & KBI, aut BIA. Novimus enim, reflexionem semper ad angulos æquales fieri; & hujus glaciei partes omnes, ex

11. Quomodo sex Soles diversi in isto circulo videri possint; unus visione directa, duo per refractionem, & tres alii per reflexionem. Cur ii qui per refractionem videntur, in una parte rubri, & cur qui per reflexionem, albi tantum sint & minus fulgentes.



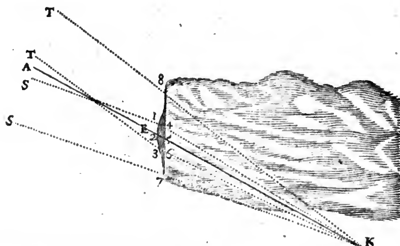
quibus Solis radii possunt versus oculum reflecti, ejus imagini referendæ aptas esse. Sed quoniam recti radii semper refractis acriores sunt, hi tamen magis adhuc vegeti quam reflexi, illustrior Sol apparebit in E, quam vel in D, vel etiam in F; rursusque in D & F illustrior, quam vel in G, vel in H, vel in I; & hi tres, G, H, & I, nullo colore in oris insignes erunt, ut D & F, sed tantum albicabunt.

III. *Cur aliquando tantum quinque, vel quatuor, vel tres conspiciantur. Et cur, cum tres tantum sunt, sæpe non in albo circulo, sed tanquam in alba quadam trabe appareant.*

Iam si spectatores non sint in loco K, sed alicubi viciniores puncto B, ita ut circulus, cujus centrum in illorum oculis statuatur, & qui transeat per B, circumferentiam nubis non secet; duos Soles G & I videre haud poterunt, sed tantum quatuor reliquos. Et si contra multum recedant ad H, vel paulo ulterius ad C, quinque tantum videbunt, D, E, F, G, & I. Et longe ulterius recedentes, videbunt tantum tres, eosque non amplius albo circulo insertos, sed alba quadam veluti trabe trajectos. Itemque manifestum est, si Sol non satis altus sit supra horizontem, ad illuminandam partem nubis GHI, vel etiam hæc pars nubis GHI nondum sit plane formata, tres tantum Soles D E F posse apparere.

IV. *Quamvis Sol ad conspectum altior vel humilior*

Cæterum hucusque non nisi latitudinem hujus nubis consideravimus; at multa alia in ejus altitudine notanda occurrunt, quæ hic melius videbuntur, si eam, tanquam si per medium secta esset, exhi-



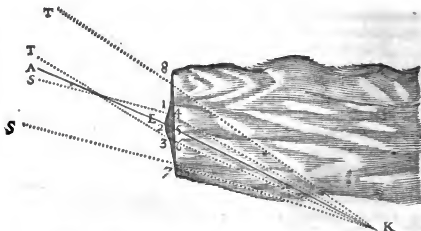
beamus. Primo, licet Sol non sit præcise in linea recta, quæ tendit ab

ab E ad oculum K, sed aliquanto altior vel demissior, non ideo minus versus E conspici debet: præsertim si glacies non nimis in altum aut profundum extendatur. Tum enim superficies hujus glaciei tantum curvabitur, ut, ubicunque demum sit, perpetuo fere suos radios reflectere possit ad K. Vt, si habeat in sua crassitie figuram comprehensam lineis 1 2 3 & 456, manifestum est, non tantum Sole existente in rectâ A 2, radios illam perlapsos, ire posse ad oculum K, sed etiam si longe inferior sit, velut in linea S 1, vel multo superior, ut linea T 3; & ita semper illum exhibere, ac si esset in linea recta EK. Quum enim annuli glaciei latitudo (quæ secundum nubis crassitiem sumenda est) non valde magna supponatur, differentia, quæ est inter lineas 4 K, 5 K, & 6 K, non multum in rationem venit.

milier sit isto circulo, semper tamen in eo videri.

Notandumque est, hoc efficere posse, ut Sol, postquam jam plane occubuit, rursus appareat; Itemque in horologiis ut umbræ plùs justo accedant, vel recedant, atque ita horam plane aliam, quam revera est, designent. Veruntamen si Sol multo humilior sit, quam appareat in E, adeo ut ejus radii etiam per inferiorem glaciei partem ad oculum K ferantur secundum lineam rectam, qualis est hic S 7. K, quam suppono parallelam lineæ S 1, tunc præter sex Soles jam expositos, septimus infra ipsos apparebit, qui multo magis iis refulgens, umbram quam in horologiis efficere possent, delebit. Eadem ratione, si adeo sublimis sit, ut radios secundum lineam rectam, per superiorem glaciei partem agere possit ad K, ut per lineam T 8 K, parallelam lineæ T 3, & nubes non ita sit opaca, ut illos excludere possit, supra sex alios septimum Solem videbimus. Si vero glacies 1 2 3, 4 5 6 latius extendatur; usque ad puncta 8 & 7, Sole posito in A, tres, unus supra alterum, ad E poterunt apparere, nempe in punctis 8, 5 & 7; & tunc etiam alii tres unus supra alterum, ad D, & tres ad F poterunt apparere; ita ut usque ad duodecim circulo albo DEFGHI inserti conspiciantur. Item si Sol paulo humilior sit, quàm in S, aut sublimior, quàm in T, tres iterum ad E apparebunt; duo nempe in circulo albo, & infra aut supra tertius: Et tum poterunt adhuc duo apparere in D, & duo in F. Nunquam autem memini, tot simul observatos fuisse; Neque etiam cum tres, alius supra alium, visi fuerunt, quod sæpius accidit, alios quosdam laterales fuisse conspectos; vel tribus visis qui horizonti æquidistarent, quod etiam satis fre-

V. Hac de causâ Solem aliquando conspici posse, cum est infra Horizontem, & umbras Horologiorum retrocedere vel promoveri. Quomodo septimus Sol, supra vel infra sex alios videri possit. Quomodo etiam tres diversi, unus supra alium stantes, appareant; & quare tunc plures conspici non soleant



quens est, alios quosdam supra vel infra apparuisse. Cujus ratio sine dubio ex eo pendet, quod latitudo glaciei, notata inter puncta 7 & 8, plerumque nullam proportionem habeat cum magnitudine ambitus totius nubis: adeo ut oculus puncto E admodum propinquus esse debeat, quum hæc latitudo satis magna ipsi apparet, ad tres Soles, alium supra alium, in ea distinguendos: & contra valde remotus, ut radii fracti in D & F, ubi maxime crassities glaciei minuitur, ad illum pertingere possint. Et rarissime accidit, nubem adeo integram esse, ut plures quam tres simul appareant.

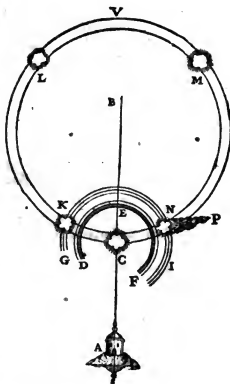
VI. *Explicatio quarundam observationum hujus phænomeni: ac præcipuè illius quæ Romæ facta est Martii 29 anni 1629.*

Fertur tamen Poloniæ Rex anno 1625 usque ad sex vidisse. Et ante tres annos Mathematicus Tubingensis quatuor illos, qui hic literis D, E, F, & H designati sunt, observavit: notavitque inter cætera in scripto quodam, quem eâ de re tunc vulgavit, duos D & F rubros fuisse, quâ parte medium, quem verum ille Solem appellat, respiciebant, & cæruleos aversâ; quartumque H valde pallidum, & vix conspicuum fuisse. Quod multum confirmat ea, quæ dixi.

Sed observatio pulcherrima & maximè omnium memorabilis, quas unquam in hac materiâ vidi, illa est quinque Solium, qui 29 Martii anni 1629 Romæ apparuere, horâ secundâ & tertiâ pomeridianâ. Et ut accuratius percipi possit, an etiam iis, quæ diximus, congruat, iisdem verbis, quibus tum vulgata fuit, illam hic adscribam.

A ob-

A observator Romanus. B vertex loco observatoris incumbens. C Sol verus observatus. A B planum verticale, in quo & oculus observatoris, & Sol observatus existunt, in quo & vertex loci B jacet, ideoque omnia per lineam verticalem A B repræsentantur: in hanc enim totum planum verticale procumbit. Circa Solem C apparuere duæ incompleta Irides eidem homocentricæ, diversicolores, quarum minor, sive interior



D E F, plenior & perfectior fuit, curta tamen sive aperta à D ad F, & in perpetuo conatu sese claudendi stabat, & quandoque claudebat, sed mox denuo aperiebat. Altera, sed debilis semper, & vix conspicabilis, fuit G H I, exterior & secundaria, variegata tamen & ipsa suis coloribus, sed admodum instabilis. Tertia, & unicolor, eaque valde magna Iris, fuit K L M N, tota alba, quales sæpe visuntur in paraselenis circa lunam. hæc fuit arcus excentricus integer ab initio solis per medium incedens, circa finem tamen ab M versus N debilis & lacer, imo quasi nullus. Cæterum in communibus circuli hujus intersectionibus cum

cum Iride exteriore GHI emerserunt duo parhelia non usque adeo perfecta, N & K; quorum hoc debilius, illud autem fortius & luculentius splendescebat: amborum medius nitor æmulabatur solarem, sed latera coloribus Iridis pingebantur; neque rotundi ac præcisi, sed inæquales & lacunosi ipsorum ambitus cernebantur. N, inquietum spectrum, ejaculabatur causam spissam subigneam NOP, cum jugi reciprocatione. L & M fuere trans Zenith B, prioribus minus vivaces, sed rotundiores & albi, instar circuli sui cui inhærebant, lac seu argentum purum exprimentes; quanquam M media tertia jam prope disparuerat, nec nisi exigua sui vestigia subinde præbuit; quippe & circulus ex illa parte defecerat. Sol N defecit ante Solem K, illoque deficiente roborabatur K, qui omnium ultimus disparuit, &c.

CKLM circulus albus erat, in quo Soles quinque appparebant. Et imaginandum, spectatorem, locatum ad A, circulum hunc interea supra se in aëre habuisse, ita ut punctum B vertici illius incubuerit, ac duos Soles L & M habuerit à tergo, quum alios tres KCN antrorsum objectos videret: quorum duo K & N in oris colorati, nec tam rotundi, neque tam fulgentes erant, quàm qui in C. Vnde liquet, illos ex refractione generatos; cum viceversâ duo L & M satis quidem rotundi, sed minùs fulgentes essent, & plane albi, nullo alio colore in extremitatibus permixto. Vnde constat, à reflexione illos fuisse.

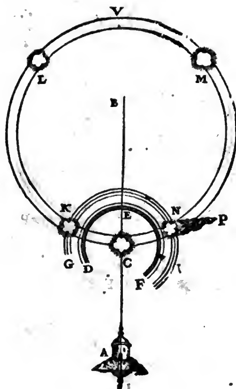
VII. *Cur quinque tantum Soles tunc apparuerint. Et cur pars circuli albi à Sole remotior, visa sit major, quam revera esset?*

Et plurimæ causæ potuerunt impedire, quo minus sextus alius Sol apparuerit in V, quarum omnium tamen maxime verisimilis est, oculum tam propinquum illi fuisse, pro ratione altitudinis nubis, ut omnium radii, in glaciem, quæ ibi erat, incidentes, ulterius resilirent quam ad punctum A. Et quamvis punctum B non tam propinquum Solibus L & M, quàm centro nubis, hic repræsentetur, hoc tamen non impedit, quin regula, circa locum apparitionis horum Solium, jam à nobis tradita, ibi fuerit observata. Cum enim spectator vicinior esset arcui LVM, quàm aliis circuli partibus, illum majorem earum respectu, quam revera erat, debuit judicare. Ac præterea hæ nubes procul dubio vix unquam accurate rotundæ existunt, etiamsi tales appareant.

Sed

Sed duo adhuc notatu digna hic supersunt. Quorum primum est, Solem N, qui versus Occidentem situs erat, figuram mutabilem & incertam habuisse, deseque caudam spissam subigneam ejaculatum esse, quæ mox longior, mox brevior apparebat: Quod procul dubio non aliunde fuit, quàm ex eo quòd imago Solis ita deformata & irregularis erat versus N, ob glaciei inæqualitatem: Vt eadem sæpe videtur, quum aquæ paululum trementi innatat, aut cum per vitrum inæqualium superficierum adspicitur. Glacies enim verisimiliter aliquantulum in illa parte agitata erat, nec superficies tam regulares habebat, quoniam ibi dissolvi incipiebat: quod circulus albus interruptus, & velut nullus inter M & N, itemque Sol N evanescens, ante Solem K, qui roborabatur, ut alter deficiebat, satis probant.

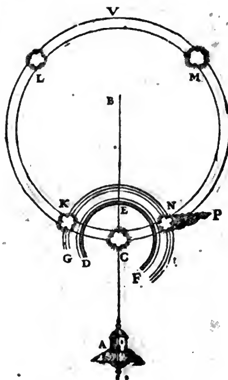
VIII. *Cur unus ex istis Solibus caudam quandam subigneam habuerit.*



Secundum quod hic notandum occurrit, sunt duæ coronæ, cingentes Solem C, iisdem coloribus quibus arcus cœlestis variegatæ: quarum interior, DEF, illustrior & magis conspicua erat, quam exterior GHI; ita ut minime dubitem, quin eo modo, quem paulo ante explicui, fuerint generatæ per refractionem, quæ fiebat, non in continua glacie, in qua Soles K & N apparebant,

XI. *Cur duæ Coronæ præcipuum Solem cinxerint; & cur non semper tales coronæ simul*

cum Parheliis appareant. Harum Coronarum locum non pendere à loco Parheliorum: Ipsarumque centra non accurate coincidere cum centro Solis; nec etiam centrum unius cum centro alterius.



ſed in aliâ, in multas exiguas particulas diviſâ, quæ ſupra & infra inveniebatur. Veriſimile quippe eſt, eandem cauſſam quæ ex quibuſdam partium nubis exteriorum integrum aliquem circulum glaciei potuit componere, alias vicinas diſpoſuiſſe ad repræſentandas has coronas. Adeo ut ſi non ſemper tales videantur, quoties plurimi Soles apparent, cauſſa ex eo ſit, quod craſſities nubis non ſemper ultra circulum glaciei, quo cingitur, ſe extendat; vel etiam quod tam opaca ſit atque obſcura, ut per illam nequeant apparere. Quod ad locum harum coronarum; non alibi quam circa verum Solem apparent, neque ullo modo à Parheliorum locis dependent. Quamvis enim duo Parhelii K & N hîc in ſectione mutua exterioris coronæ & circuli albi occurrant, caſu tantummodo id accidit: & pro certo mihi perſuadeo, idem in locis paululum ab Vrbe Roma remotis, ubi idem phænomenon apparuit, non viſum fuiſſe. Sed non propterea judico, centrum illarum ſemper in recta linea, ad Solem ab oculo ducta, tam accurate ut illud Iridis, exſtare; hoc enim intereſt, quod aquæ guttæ cum ſint rotundæ, ſemper eandem refractionem efficiant, quemcunque demum obtineant ſitum; quodque è contra glaciei particulæ, cum ſint planæ, hoc majorem

jorem efficiant, quo magis oblique Solis radios transmittunt. Et quoniam, cum formantur in circumferentia nubis, vi venti, illam circumquaque lambentis, alio situ ibi jacere debent, quam cum in plana nubis superficie sive superiori sive inferiori fiunt, accidere potest, ut duæ simul coronæ appareant, una in altera, ejusdem fere magnitudinis, & non accurate idem centrum habentes.

X.
Quæ sint caussæ generales aliarum insolitarum apparitionum, quæ inter Meteora censenda sunt.

Præterea quoque accidere potest, ut, præter ventos hanc nubem cingentes, alius aliquis infra vel supra feratur, qui, denuo superficiem aliquam ex glacie ibi formans, alias varietates in hoc phænomeno efficiat. Quod etiam interdum possunt nubes circumjacentes, aut pluvia, si forte tunc cadat. Nam radii à glacie alicujus harum nubium resilientes ad pluviæ guttas, partes Iridis, diversi admodum situs, ibi repræsentabunt. Et præterea etiam quum spectatores non sunt sub aliqua tali nube locati, verum à latere, inter plures alios circulos, & alios Soles videre possunt. De quibus plura hîc dicere supervacaneum arbitror; spero enim, illos, qui omnia satis intelligent quæ in hoc tractatu continentur, nihil in posterum in nubibus visuros, cujus non facile caussam animadvertant, nec quod pro miraculo sint habituri.

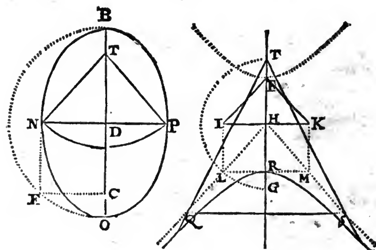
FINIS.

Sequuntur nonnullæ Animadversiones in Dioptricam, à Clarissimo Viro, D. FRANCISCO à SCHOOTEN, *subornatæ.*

Pag. 105. lin. 4. QVæ, *ut videmus* (nempe GI) *tantò major est quàm gi; quantò* SL *major quàm* S*l*. Vel ut in Gallico textu, qui hæc clarius habet, *qui, comme vous voyez, est plus grand que gi, en mesme proportion, que la ligne* SL *surpasse* S*l*.] Est enim GI ad SH, ut *km* ad S*l*; & SH ad *gi*, ut SL ad KM seu *km*: quare ex æquo erit in proportione perturbata *, ut GI ad *gi*, sic SL ad S*l*.

* Per 23. Tertii Elem. Euclid.

Pag. 129, lin. 6. *Et in hac re vitrum Ellipticum* NOP *(quod tam magnum supponimus, ut extremitates illius* N & P *sint puncta determinantia minimam* Ellipsis *diametrum) Hyperbolicum* QRS *superat, licèt pro arbitrio magnum fingatur.*] Etenim cum, per ea, quæ habentur paginis 110 & 117,



OB sit ad CT, sicut GT ad RF, & quadrata ex ND seu DP &

DP & IH seu HK rectangulis OCB seu OTB & GRT seu GFT sint æqualia: erit quoque TD ad NP, ut FH ad IK. Æqualis est igitur angulus NTP angulo IFK, hoc est, angulo LHM. Vnde cum LH, HM sint Asymptoti Hyperbolæ QRS, & angulus LHM seu QHS * major sit angulo QTS, hoc est, omni angulo, qui continetur rectis, quæ ex foco T ad Hyperbolam QRS duci possunt: erit similiter angulus NTP eodem angulo QTS major. Atque adeò plures radii effundentur ex foco T in vitrum Ellipticum NOP, quàm ex foco T in Hyperbolicum QRS, quantumvis id fingatur magnum.

* Per 21. Primi Elem. Euclid.

Demonstratio eorum, quæ de invenienda ratione linearum, vitri refractionem dimetientium, Auctor pag. 142 articulo 2do exposuit.

Cum demonstratio haud inelegans hujus rei à Clarissimo Viro, Dno *Gerardo Gudtschovio*, apud Lovanienses Matheseos professore, jam pridem mihi transmissa sit, placuit eam, ipsius vestigiis insistendo, qualem postea in hunc modum contraxi, Lectori ob oculos ponere.

Ex centro B descripto per punctum P circulo NPTA, ductaque recta CBF, secante RP ad angulos rectos in B, demittantur in eam perpendiculares AC, TF. quæ, juxta ea, quæ habentur pag. 61, vitri RPQ refractionem mensurabunt. Tum deductis ex B, P, in EI, BH, perpendicularibus BG, PL, sese secantibus in S: quoniam ex angulis rectis ABG, CBP, ablato communi CBG, relinquuntur æquales ABC, GBP; sicque triangulorum ABC, GBP latera AB, BP æqualia sint, ut & anguli ACB, ABC, ipsis BGP, GBP: erit quoque [a] latus AC lateri GP æquale. Porrò, quoniam triangula BFT, LBP rectangula sunt ad F & L, & propter parallelas BP, FT angulus BTF [b] æquatur alterno PBT, hoc est, ipsi PBH, sicut & latus BT ipsi BP: erit similiter FT ipsi LB [c] æquale. Iam, eductâ ex O per P rectâ OPV, occurrente ipsi BH productæ in V, cum [d] ex æqualitate triangulorum PBO, PBH, OP æquetur PH, & anguli POI, OPI, ipsis PHV, HPV

a Per 26. Primi Elem. Euclid.
b Per 29. Primi Elem. Euclid. & constructionem.
c Per 26. Primi Elem. Eucl.
d Per 4. Primi Elem. Euclid.

HPV (quòd æquales BOP, BHP, ex duobus rectis sigillatim subducti, relinquunt æquales POI, PHV; & anguli quidem OPI, HPV, cum sint ad verticem, [e] æquales existant): erit etiam [f] OI æqualis VH: quibus additis æqualibus BO, BH, erit & BI æqualis BV. Hinc, productâ BP, donec occurrat junctæ VI in X, quoniam tam latera quàm anguli ad B in triangulis VBX, IBX sunt æquales: erunt quoque [g] anguli ad X æquales, adeoque recti. Denique, quia triangulorum HLP, GSP anguli ad L & G recti sunt [h], & angulus ad P utrique est communis: erit etiam tertius LHP tertio GSP [i] æqualis. Qui si ex duobus rectis auferantur, relinquunt & angulum VHI angulo PSB æqualem. Hinc, cum in triangulis rectangulis LBP, VBX angulus ad B sit

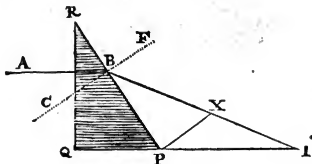
[e] Per 15. Primi Elem. Eucl.
[f] Per 26. Primi Elem. Eucl.
[g] Per 4. Primi Elem. Eucl.
[h] Per Constructionem.
[i] Per 32. Primi Elem. Eucl.

fit communis, erit itidem [k] angulus LPB ipsi BVX æqualis. Erat autem & angulus PSB angulo VHI æqualis. Quare similia sunt triangula PSB, VHI. Vnde erit, ut PS ad SB, ita VH vel OI ad HI. Sed ut PS ad SB, sic est PG ad LB, seu AC ad TF. (quandoquidem similia sunt triangula GSP & LBS: cum sint rectangula, habeantque angulos ad S æquales.) Quocirca erit ut OI ad HI, ita AC ad TF. Quod erat demonstrandum.

[k] Per 32. Primi Elem. Eucl.

Quod idem non minus concinnè Nobilissimus
D. CHRISTIANVS HVGENIVS *sic perfecit.*

Triangulo BPI, ut jubet Cartesius, in chartam translato,



ducatur tantùm PX ipsi PR perpendicularis, donec occurrat ipsi BI in X: eritque PI ad IX ratio seu mensura refractionis quæsita.

Ad quod demonstrandum, agatur, ut ante, recta CBF, secans RP ad angulos rectos in B.

Quoniam itaque AB radium refert, qui postquam prismatis superficiem RQ absque refractione penetravit, refringitur in B, tenditque ad I: constat, rationem refractionis, per ea, quæ pag. 61 ostensa sunt, esse eam, quam habet sinus anguli FBX ad sinum anguli ABC. Est autem angulo FBX æqualis angulus BXP,

BXP, & angulo ABC æqualis angulus XPI: quia utrique horum si addatur angulus rectus constituunt angulos æquales ABP & BPI. Quocirca & sinus anguli BXP ad sinum anguli XPI rationem eam habet, quæ est refractionis. Verùm in triangulo PXI latus PI habet ad latus IX rationem eam, quam sinus anguli PXI sive BXP ad sinum anguli XPI. Patet igitur, PI ad IX esse rationem seu mensuram refractionis quæsitam. Quod erat ostendendum.

F I N I S.

